

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DA PIETEC ATRAVÉS DAS FERRAMENTAS *KAIZEN*

Vitor Hugo Almeida



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2015

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Unidade Curricular de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Vitor Hugo Almeida, N° 1120988, 1120988@isep.ipp.pt

Orientação científica: Maria Benedita Campos Neves Malheiro, mbm@isep.ipp.pt

Co-Orientação científica: Manuel Fernando dos Santos Silva, mss@isep.ipp.pt

Empresa: Pietec Cortiças S.A.

Supervisão: José Manuel Rodrigues Teixeira da Cruz, josecruz@piedade.com.pt



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

6 de julho de 2015

Agradecimentos

Desejo agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram à realização desta Tese de Mestrado e em especial:

À minha esposa, por me ter apoio incondicionalmente durante todo o percurso académico e ter sempre acreditado no meu sucesso.

Aos meus pais, por me proporcionarem as bases que me permitiram chegar aqui.

Ao meu orientador, Eng. Manuel Silva, por me ter permitido a realização desta Tese de Mestrado, pela sua disponibilidade e apoio sempre demonstrado ao longo deste percurso.

À empresa Pietec Cortiças S.A. por me ter permitido a realização desta Tese.

A toda a equipa técnica da Pietec Cortiças S.A., assim como à do Grupo Piedade, e, em especial, ao Eng. José Cruz, pelo apoio prestado.

Resumo

Esta Tese de Mestrado foi realizada na empresa Pietec Cortiças S.A.. A empresa Pietec Cortiças S.A. é a unidade industrial responsável pela produção de rolhas técnicas de cortiça do Grupo Piedade.

O objetivo desta tese prende-se com a melhoria do processo produtivo de uma das suas secções, a secção da Marcação. Esta secção é responsável pela marcação da superfície da rolha, pela aplicação do tratamento de superfície e pelo embalamento das rolhas. A otimização do processo da secção de Marcação, na qualidade de última secção do processo produtivo, permitirá à empresa obter vantagens competitivas.

De forma a atingir o objetivo proposto, foi realizado um levantamento exaustivo do processo produtivo e das respetivas operações. Esta análise permitiu a identificação dos possíveis pontos de desperdício, a sua avaliação e a definição de possíveis melhorias que visam o aumento de produtividade e a redução do número de produtos não conformes.

Uma vez identificados os pontos críticos do processo, procedeu-se à definição das ações de melhoria a implementar de forma a melhorar o processo produtivo. As ações tomadas assentam na filosofia *Lean* e nos seus princípios, utilizando-se algumas das ferramentas desta filosofia para concretizar os objetivos traçados.

A ferramenta de análise *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) foi a ferramenta base do projeto, acompanhando na elaboração do plano de ação, na implementação das ferramentas 5S e *Single Minute Exchange of Die* (SMED), na verificação dos resultados e no plano de manutenção das melhorias alcançadas.

Após a implementação das medidas definidas no processo de marcação da superfície das rolhas, foi mensurada uma melhoria de 23 % no tempo médio de *setup* da máquina de marcação. Esta melhoria global foi alcançada através de intervenções no processo de vazamento do circuito da máquina de marcação, no procedimento de armazenamento dos moldes de marcação e na alteração dos mecanismos de ajuste da máquina de marcar e de orientar.

No processo de embalagem das rolhas, as medidas implementadas produziram um aumento de 1,7 % no número de rolhas produzidas e uma redução do número de rolhas não conformes de 3,6 %.

Os resultados obtidos no projeto demonstram que é possível continuar a melhorar o estado atual dos processos. Constatou-se ainda que, com a adoção de ferramentas de análise e de proposta de melhoria adequadas, é possível atuar sobre os processos e obter melhorias a curto prazo, sem que para isso seja necessário efetuar grandes investimentos.

Palavras-Chave

Rolhas, Cortiça, Lean, PDCA, 5S, SMED

Abstract

This Master's Thesis was held in the company Pietec Cortiças S.A.. The company Pietec Cortiças SA is the industrial unit of Piedade Group responsible for the production of technical cork stoppers.

The focus of this study is related to the improvement of the production process of one of its sections, the branding section. This section is responsible for branding the surface of the stopper, the application of surface treatment and the packaging process of cork stoppers. Being the last section of the production process, its optimization will allow the company to achieve competitive advantages in the cork stoppers market.

In order to accomplish the proposed objective, a comprehensive survey of the production process and the respective operations was conducted. This analysis allowed the identification of possible waste points, their evaluation and the definition of possible improvements aimed at increasing productivity and reducing the number of non-compliant products.

Once identified the critical points of the process, we proceeded to the definition of improvement actions to be implemented in order to improve the production process. The actions taken were based on the Lean philosophy and its principles, using some of the tools of this philosophy to achieve the goals set.

The analysis tool Plan-Do-Check-Act (PDCA) was the main project tool, accompanying the preparation of the action plan, the implementation of 5S and Single Minute Exchange of Die (SMED) tools, to verify the results and the maintenance plan of the improvements achieved.

After the implementation of the proposed measures in the process of branding the stopper surface, an improvement of 23 % was measured in the setup average time of the machine responsible for branding the cork stopper surface. This overall improvement was achieved through interventions in the process of casting the circuit of the machine to brand, in the storage procedure for branding lines and in changing the adjustment mechanisms of the machine to brand and guide.

In the packaging process of the cork stoppers, the implemented measures produced a 1.7 % increase in the number of produced corks and a 3.6 % reduction of the number of fault stoppers.

With the results obtained in this project is shown to be possible to continue improving the current state of the processes. It was demonstrated that with the right analysis tools and proposals of improvement is possible to change the processes and obtain short-term improvements, without the need to make large investments.

Keywords

Stopper, Cork, Lean, PDCA, 5S, SMED

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ACRÓNIMOS	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	1
1.3. CALENDARIZAÇÃO	2
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	2
2. GRUPO PIEDADE	5
2.1. PIETEC CORTIÇAS S.A.	6
3. ESTADO DA ARTE	27
3.1. LEAN MANUFACTURING	27
3.2. <i>PLAN-DO-CHECK-ACT</i> (PDCA)	33
3.3. <i>VALUE STREAM MAPPING</i> (VSM)	35
3.4. 5S – ORGANIZAÇÃO NO TRABALHO	37
3.5. SMED	40
4. LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL	43
4.1. DESCRIÇÃO DETALHADA DOS PROCESSOS	46
4.2. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS	61
5. IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS	63
5.1. PLANEAMENTO (<i>PLAN</i>)	63
5.2. IMPLEMENTAÇÃO (<i>DO</i>)	65
5.3. VERIFICAÇÃO (<i>CHECK</i>)	73
5.4. CONSOLIDAÇÃO DAS MELHORIAS IMPLEMENTADAS (<i>ACT</i>)	75
6. CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	81
ANEXO A. – SLIDES DA FORMAÇÃO EFETUADA	83

Índice de Figuras

Figura 1 – Exemplo de rolhas técnicas para vinhos tranquilos	6
Figura 2 – Exemplo de rolhas técnicas com discos para vinhos tranquilos	6
Figura 3 – Exemplo de rolhas técnicas com discos para vinhos efervescentes	7
Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo da Pietec Cortiças S.A.	8
Figura 5 – Baterias de receção da matéria-prima	9
Figura 6 – “Apara”	10
Figura 7 – “Refugo”	10
Figura 8 – “Apara” e “refugo” no triturador	11
Figura 9 – Primeira fase de fragmentação da “apara” e do “refugo”	11
Figura 10 – Mesas densimétricas	12
Figura 11 – Silos de armazenamento de granulado	13
Figura 12 – “Delgados”	14
Figura 13 – Máquinas de escolha eletrónica de discos	15
Figura 14 – Processo de extrusão	16
Figura 15 – Máquina de corte de bastões	17
Figura 16 – Máquinas de moldação individual de rolhas	18
Figura 17 – Processo de moldação	18
Figura 18 – Rolhas das gamas Pietec 2, Pietec 3 e Pietec 5	19
Figura 19 – Rolhas das gamas Pietec e Piccork	20
Figura 20 – Rolha da gama XL	20
Figura 21 – Rolhas das gamas Elite e DD	21
Figura 22 – Rolhas das gamas “0+1” e “0+2”	22
Figura 23 – Máquina de colar discos de cortiça	22
Figura 24 – Processo de colagem	23
Figura 25 – Exemplo de rolha antes de retificar (lado esquerdo) e após retificar e chanfrar (lado direito)	24
Figura 26 – Máquina de lavagem de rolhas	24
Figura 27 – Máquinas de inspeção e escolha de rolhas	25
Figura 28 – Inspeção e escolha visual de rolhas	25
Figura 29 – Ciclo de Shewhart de 1939 (Oribe, 2009)	33
Figura 30 – A melhoria contínua de qualidade com PDCA (Wiki, 2014)	34
Figura 31 – Vista geral da secção de Marcação	43
Figura 32 – Localização dos diferentes processos existentes na secção em estudo	44
Figura 33 – Representação esquemática dos fluxos de material na secção em estudo	45

Figura 34 – Organograma da secção da marcação	46
Figura 35 – Orientador de rolhas.....	47
Figura 36 – Máquina de marcar a superfície das rolhas	47
Figura 37 – Moldes de marcação de superfície de rolhas	49
Figura 38 – Pontos de ajuste do orientador de rolhas.....	49
Figura 39 – Pontos de ajuste na máquina de marcar a superfície das rolhas (1)	50
Figura 40 – Pontos de ajuste na máquina de marcar a superfície das rolhas (2)	51
Figura 41 – Pontos de ajuste na máquina de marcar a superfície das rolhas (3)	51
Figura 42 – Máquina de tratamento de superfície de rolhas.....	57
Figura 43 – As três fases do processo de embalamento / paletização	58
Figura 44 – Pontos de ajuste na máquina de contar rolhas.....	59
Figura 45 – Armazenagem dos moldes de marcação	66
Figura 46 – Codificação das gavetas de armazenagem dos moldes de marcação	66
Figura 47 – Implementação de parafusos de aperto manual (1).....	67
Figura 48 – Implementação de parafusos de aperto manual (2).....	68
Figura 49 – Localização do <i>stock</i> intermédio de produtos consumíveis	73

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Calendarização das tarefas a realizar.....	2
Tabela 2 – Simbologia VSM.....	36
Tabela 3 – Descrição dos pontos de análise	53
Tabela 4 – Dados relativos às primeiras seis observações	54
Tabela 5 – Resultados obtidos da análise 1	56
Tabela 6 – Dados relativos à produção das linhas de embalar	59
Tabela 7 – Dados relativos à análise dos produtos não conformes	60
Tabela 8 – Plano de intervenção	63
Tabela 9 – Resultados obtidos após a implementação de melhorias – Marcação da superfície das rolhas.....	74
Tabela 10 – Comparação dos resultados obtidos após a implementação de melhorias – Marcação da superfície das rolhas	74
Tabela 11 – Resultados obtidos após a implementação de melhorias – Embalamento de rolhas	75
Tabela 12 – Comparação dos resultados obtidos após a implementação de melhorias – Embalamento de rolhas	75

Acrónimos

FIFO	<i>First In First Out</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
OF	Ordem de Fabrico
PDCA	<i>Plan – Do – Check - Act</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TCA	2,4,6- Tricloroaniso
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação faz parte do ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no ramo de Sistemas e Planeamento Industrial, do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A elaboração deste projeto surgiu com a vontade da Pietec Cortiças S.A. em implementar a filosofia *Lean Management* numa das suas secções produtivas. A Pietec Cortiças S.A. é uma unidade do Grupo Piedade que se dedica exclusivamente à produção de rolhas técnicas.

1.2. OBJETIVOS

Os objetivos propostos com a realização desta Tese e da própria empresa são:

- aumento da produtividade das máquinas de marcar a superfície das rolhas;
- diminuição da quantidade dos produtos não conformes;
- diminuição do tempo de resposta aos pedidos dos clientes.

Para a concretização dos objetivos principais, e já no âmbito desta Tese, foram considerados os seguintes pontos:

- implementação do *Value Stream Mapping* (VSM);
- implementação da metodologia dos 5S;

- implementação da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED).

1.3. CALENDARIZAÇÃO

A melhoria do processo produtivo da secção em estudo é o objetivo principal deste projeto. Para atingir esse mesmo objetivo foram utilizadas algumas das ferramentas *Lean*.

Contudo, para atingir o objetivo global foi necessário realizar diversas tarefas, as quais estão descritas e calendarizadas na Tabela 1. As tarefas a realizar foram as seguintes:

- planificação do trabalho;
- análise e definição dos requisitos e objetivos do projeto;
- estudo do estado da arte;
- análise de todo o processo produtivo da secção em causa;
- implementação das metodologias *Lean*;
- processamento e análise das métricas de avaliação;
- redação da Dissertação.

Tabela 1 – Calendarização das tarefas a realizar

	2014												2015	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
Análise e definição dos requisitos e objetivos do projeto														
Estudo do estado da arte														
Análise de todo o processo produtivo da secção em causa														
Implementação das metodologias Lean														
Processamento e análise das métricas de avaliação														
Redação da tese														

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O Capítulo 1 é denominado de “Introdução” e tem como objetivo a contextualização da Tese e a apresentação dos objetivos esperados.

No segundo capítulo, intitulado “Grupo Piedade”, é realizada uma apresentação do Grupo Piedade e da Pietec Cortiças S.A., unidade em que incide a Tese. Neste mesmo capítulo é

realizada uma descrição de todo o processo produtivo da Pietec Cortiças S.A., no momento em que foi iniciada a elaboração da presente Tese.

No terceiro capítulo, “Estado da Arte”, é realizado o estudo teórico dos fundamentos da filosofia *Lean*. São ainda explicadas as ferramentas que serão utilizadas na otimização da secção em estudo: VSM, 5S e SMED.

No Capítulo 4, “Levantamento da situação atual”, é realizado o levantamento detalhado da secção Marcação (secção em estudo). Neste ponto são analisados os fluxos de informação e de materiais, assim como o levantamento dos principais problemas existentes no sector.

No quinto capítulo, denominado de “Implementação das melhorias”, estão descritas as ações tomadas de forma a atuar nos pontos identificados no capítulo anterior como passíveis de melhoria.

Por fim, no Capítulo 6 (“Conclusões”) são descritas as conclusões retiradas do trabalho desenvolvido e identificam-se possíveis desenvolvimentos futuros.

2. GRUPO PIEDADE

O Grupo Piedade já se encontra no sector da transformação da cortiça em vedantes para vinhos tranquilos e efervescentes desde 1963. Com sede em Fiães, freguesia do município de Santa Maria da Feira, está enquadrado no centro da área industrial do sector da cortiça a nível mundial.

Desde 1963 que a Piedade, empresa mãe do grupo, tem vindo a desenvolver o seu processo de produção e controlo, para apresentar um produto de qualidade. A Piedade desenvolve, desde o seu início, a transformação da cortiça em rolhas naturais.

Em Abril de 1984 é constituída a Piedade Coruche, em Coruche, que permitiu ter uma base de apoio na aquisição, controlo, transformação e armazenamento de cortiça mais perto da origem da matéria-prima. Sendo a região do Ribatejo e Alentejo responsável pela produção de mais de 80 % da cortiça produzida em território nacional, e se ainda se considerar que Portugal é responsável por mais de 50 % da produção mundial de cortiça, o posicionamento estratégico desta unidade é bastante importante.

Em 2003 foi criada a PIETEC Cortiças S.A., uma unidade especializada em rolhas técnicas e que teve o objetivo de abranger um segmento de mercado em que o Grupo Piedade ainda não possuía produção própria. Esta unidade foi criada com a intenção de estar na vanguarda da produção de rolhas técnicas e tem vindo a cumprir esse objetivo, ano após ano.

Hoje, o Grupo Piedade conta com diversas empresas que abrangem as várias áreas de negócio e que permitem que o grupo seja mais competitivo e consiga apresentar aos seus clientes finais produtos de maior qualidade. O Grupo é constituído por duas áreas, uma a Piedade Natura e a outra a Piedade Industry. A área Natura é responsável pelos montados que o grupo possui, produzindo assim parte da cortiça necessária para a área da Piedade Industry. A área Industry engloba as unidades do grupo responsáveis pelo armazenamento, transformação e processamento da cortiça em rolhas naturais ou técnicas.

2.1. PIETEC CORTIÇAS S.A.

A Pietec Cortiças S.A. é a unidade do Grupo Piedade responsável por toda a produção das rolhas técnicas que o Grupo Piedade comercializa. As rolhas técnicas caracterizam-se por serem compostas por granulado de cortiça (Figura 1), podendo ainda ter ou não discos de cortiça natural na, ou nas, suas extremidades (Figura 2 e Figura 3).



Figura 1 – Exemplo de rolhas técnicas para vinhos tranquilos



Figura 2 – Exemplo de rolhas técnicas com discos para vinhos tranquilos



Figura 3 – Exemplo de rolhas técnicas com discos para vinhos efervescentes

O processo produtivo desta unidade está esquematizado no fluxograma apresentado na Figura 4. A esquematização demonstra o processo desde o seu início, com a receção da matéria-prima, até à fase final do embalamento e expedição dos produtos.

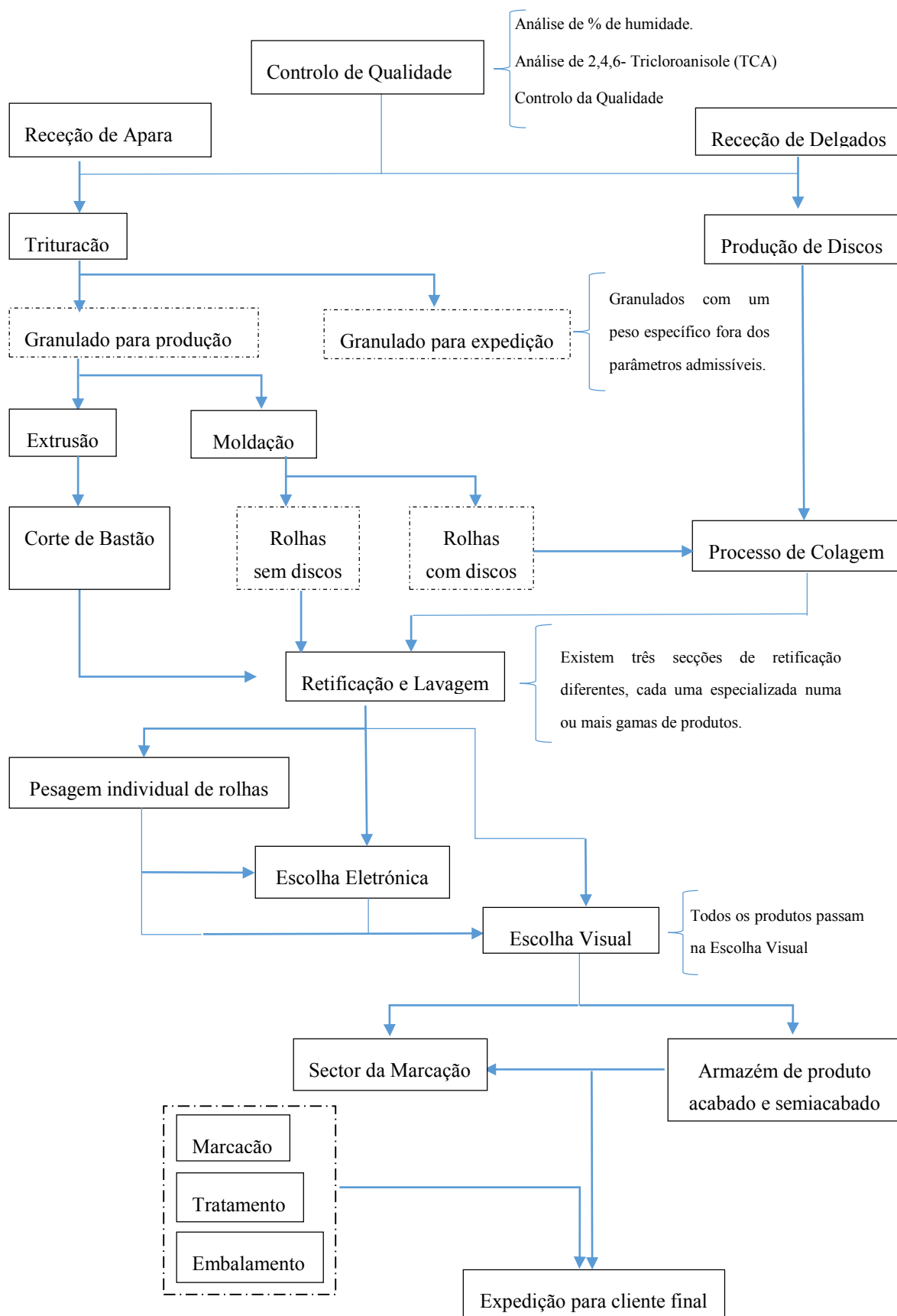


Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo da Pietec Cortiças S.A.

O processo produtivo existente nesta unidade pode ser dividido por quatro fases distintas, sendo a primeira caracterizada pela receção da matéria-prima e sua consequente transformação. Esta transformação é um processo de fabrico de discos através da cortiça recebida e de trituração da apara recebida.

A segunda fase é composta pelos processos de moldação e extrusão, que vão realizar a transformação do granulado em corpos.

A terceira fase consiste no processo de retificação, que se caracteriza pela passagem do corpo de granulado em bruto, para uma rolha com as medidas e cor pretendidas pelo cliente.

A última fase é caracterizada pela etapa final de todo o processo produtivo. Nesta fase as rolhas são submetidas à inspeção eletrónica e visual, rejeitando assim qualquer rolha que apresente defeito. Caso seja vontade do cliente, as rolhas ainda recebem uma marcação e tratamento de superfície, antes de serem embaladas e expedidas.

2.1.1. DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROCESSO DE FABRICO DA TRITURAÇÃO

Como referido anteriormente, o processo produtivo inicia-se pela receção da cortiça (Figura 5), sendo que esta pode chegar de formas distintas. A receção da matéria-prima é realizada em baterias de armazenagem, que permitem um armazenamento isolado de cada lote recebido, favorecendo um maior controlo da qualidade da matéria-prima adquirida.



Figura 5 – Baterias de receção da matéria-prima

A cortiça adquirida para o fabrico de rolhas pode ser de “apara” (Figura 6), designação dada aos restos de cortiça provenientes do processo de brocagem do fabrico de rolhas naturais, ou

através de pranchas de cortiça. Estas pranchas de cortiça, dependendo da sua espessura e qualidade, podem ter fins distintos.



Figura 6 – “Apara”

As pranchas de cortiça que não têm espessura suficiente e/ou não têm qualidade suficiente para o fabrico de rolhas naturais ou de discos são denominadas de “refugo” (Figura 7).

Esta unidade recebe diariamente “apara”, proveniente do fabrico de rolhas naturais, para a produção do granulado necessário para o fabrico das rolhas técnicas. Além da “apara”, também recebe pranchas de cortiça que não têm espessura ou qualidade suficiente para o fabrico das rolhas naturais nem para o fabrico de discos (o “refugo”), proveniente das unidades de aquisição e preparação da cortiça.



Figura 7 – “Refugo”

Com as “aparas” e “refugo” nas baterias e com o controlo de qualidade realizado, inicia-se o processo de trituração. Este processo consiste num circuito em série, em que vários trituradores efetuam a trituração de pranchas ou restos de cortiça para partes cada vez mais pequenas, produzindo assim o granulado para o fabrico de rolhas (Figura 8 e Figura 9).

Após a fase de trituração há necessidade de separar o granulado pela sua granulometria e pelo seu peso específico. Assim, após a passagem pelos vários trituradores e moinhos, o granulado é conduzido a um rotex (maquina que permite classificar geometricamente o granulado e determinar sua distribuição granulométrica - o nome utilizado provém do tipo de acoplamento utilizado) onde é realizada a separação do granulado pela sua granulometria.



Figura 8 – “Apara” e “refugo” no triturador



Figura 9 – Primeira fase de fragmentação da “apara” e do “refugo”

Os calibres de granulados utilizados para a produção de rolhas são 0,5 a 1 mm, de 1 a 2 mm, de 2 a 4 mm e de 4 a 7 mm. Com estes quatro calibres de granulado é possível produzir toda a gama de produtos existente nesta unidade.

No entanto, nem todo o granulado produzido se enquadra diretamente nestas quatro classes, sendo necessário redirecionar novamente o granulado com calibre maior que os 7 mm para os moinhos, reentrado novamente no processo. O granulado com calibre inferior a 0,5 mm é utilizado como combustível para a produção de vapor.

Após a primeira divisão por classes do granulado, este entra no processo de desinfeção do granulado, processo esse que é para que o produto esteja entre os limites pretendidos de humidade, do peso específico e, ainda mais importante, do TCA. O TCA é uma substância química “inimiga” das rolhas de cortiça, que quando não controlado pode contaminar os vinhos - estes vão apresentar um gosto de mofo ou o denominado “sabor a rolha”.

Para certificar que o granulado produzido não contém TCA acima dos limites detetáveis, é realizado o controlo pelo laboratório de toda a matéria-prima que entra no circuito, assim como em pontos-chave do circuito produtivo. O processo existente contém ainda várias fases de desinfeção de granulado, permitindo assim extrair o TCA, caso este esteja presente em valores superiores ao recomendado.

Com o término do processo de desinfeção é dado início a um novo processo de separação por classes. Esta separação é realizada através de um outro rotex e posteriormente de mesas densimétricas que permitem a separação e o controlo do peso específico (Figura 10).



Figura 10 – Mesas densimétricas

O encerramento deste processo dá-se com a armazenagem do granulado produzido em silos (Figura 11), devidamente separado por calibres, dentro do peso específico definido e com nível muito baixo ou nulo de TCA.



Figura 11 – Silos de armazenamento de granulado

2.1.2. PRODUÇÃO DE DISCOS

O sector da Produção de Discos também recebe matéria-prima proveniente das outras unidades do grupo. Este é o sector responsável pela produção dos discos necessários durante o processo produtivo das rolhas técnicas com disco ou discos.

A matéria-prima deste sector são as pranchas de cortiça que não têm espessura suficiente para o fabrico de rolhas naturais, permitindo assim a sua utilização para o fabrico de discos de cortiça. O processo de fabrico é caracterizado por duas fases distintas, a fase de produção e a fase de escolha dos discos produzidos.

A cortiça utilizada para o fabrico de discos é denominada de “delgados” (Figura 12), devido à sua espessura rondar os 6 a 12 mm o que, como já referido, é insuficiente para a produção de rolhas naturais.



Figura 12 – “Delgados”

Antes das placas de cortiça entrarem no processo de produção propriamente dito é realizada uma escolha manual de cada prancha, permitindo assim uma seleção da qualidade e um maior aproveitamento da matéria-prima, otimizando desta forma o processo. Esta otimização reflete-se na produção de discos com melhor qualidade, permitindo assim um fabrico de produtos com menores defeitos.

Nesta seleção é realizada uma separação em três classes:

- a primeira, da cortiça com maior espessura e com melhor qualidade, segue para o processo de produção de discos de 32 mm de diâmetro, para vinhos efervescentes;
- a segunda, das pranchas de cortiça que não têm espessura suficiente para o fabrico de discos ou apresentam muitos defeitos, são consideradas “refugo” e seguem diretamente para trituração;
- o restante é selecionado para a produção de discos de 26 mm, destinado a vinhos tranquilos.

Com a seleção da cortiça concluída é iniciado o corte dos delgados em partes mais pequenas, permitindo assim que sejam posteriormente laminados, formando lâminas de cortiça, com cerca de 6 mm de espessura. Essas mesmas lâminas vão entrar em máquinas perfuradoras de discos que vão formar discos de cortiça através do recorte das lâminas. Todo este processo liberta muito desperdício de cortiça o qual é conduzido por condutas pneumáticas até ao sector da trituração, onde vai entrar no processo de fabrico de granulado.

Como o processo anterior não produz um bom acabamento, é necessário retificar os discos para que estes tenham o diâmetro e a espessura pretendidos. Com a conclusão da retificação dos discos fica concluída a primeira parte da produção, faltando apenas realizar a separação dos discos por classes.

A segunda parte da produção dos discos tem início com os discos a entrarem no subsector da Produção de Discos, denominado de Escolha de Discos, em que se vai realizar uma escolha eletrónica e visual dos discos, permitindo assim uma classificação dos discos em classes.

A distribuição dos discos por classes permite ajustar a sua valorização consoante a sua qualidade. A classificação utilizada permite separar os discos nas classes Flor, Extra, Super, A, B, C e D para os discos de 34 mm de diâmetro e Extra, Super, A, B, C e D para os discos de 26 mm. Conforme a classificação que o disco obtém, este pode ter valorizações bastante diferentes, quer o próprio disco, quer posteriormente a rolha em que vai ser colado.

A primeira fase do processo de separação dos discos por classes é realizada por máquinas equipadas com visão artificial (Figura 13), que conseguem identificar a classe a que o disco pertence e seleccionar a melhor e a pior face do disco. Nesta fase é realizada uma marca na superfície pior para que seja essa face a ser utilizada para ser colada, deixando assim a melhor face para ficar em contacto com o vinho.



Figura 13 – Máquinas de escolha eletrónica de discos

A seleção das classes dos discos está ao encargo das máquinas. No entanto, o último passo é a inspeção visual em tapetes devidamente preparados e por pessoas com elevada experiência no processo. A inspeção visual é realizada apenas para assegurar que nenhum disco não conforme passa para a produção de rolhas, evitando assim a criação de um produto não conforme.

Sendo a inspeção final o último passo, os discos são armazenados ou entram diretamente no processo produtivo das rolhas técnicas com discos de cortiça.

2.1.3. PROCESSO DE EXTRUSÃO E DE MOLDAÇÃO

Com granulado e discos produzidos é possível passar para a produção de rolhas propriamente ditas. Esta unidade produz rolhas por duas técnicas distintas e ambas permitem a produção de rolhas para vinhos efervescentes e tranquilos. As técnicas de produção existentes na PIETEC S.A. são a produção por extrusão (Figura 14) e por moldação.



Figura 14 – Processo de extrusão

No que respeita à produção por extrusão o granulado produzido na secção da trituração é enviado pelas condutas pneumáticas para os silos de armazenagem da secção da extrusão, ficando assim disponível para as necessidades dos controladores dos misturadores. O controlador de cada uma das duas linhas existentes controla a entrada dos diferentes componentes presentes na “receita” definida e após o término do ciclo de mistura procede à alimentação das diferentes máquinas de extrusão com auxílio de sem-fins.

O processo de extrusão é caracterizado pela compactação da mistura em cilindros aquecidos, em que a mistura é moldada ao diâmetro pretendido através de êmbolos, formando bastões compostos por granulados, cola e outros componentes. Os diâmetros dos bastões produzidos são 26 mm, 30 mm e 32 mm.

Das extrusoras existentes nesta unidade, parte destas produzem o denominado bastão de aglomerado com cerca de 1265 mm e com o diâmetro de 30 mm ou 32 mm, que após realizar um período de 5 dias de estabilização são cortados em corpos da dimensão pretendida. As extrusoras que produzem os bastões de 26 mm estão equipadas com serras de corte automáticas, permitindo que o bastão produzido seja imediatamente cortado em corpos. Estes corpos são posteriormente encaminhados para silos onde realizam uma estabilização de 3 dias.

Com o fim do período de 5 dias de estabilização, os bastões de 1265 mm e 30 mm ou 32 mm de diâmetro entram para um novo processo, que consiste no corte dos bastões em corpos de menores dimensões, mais próximas das dimensões das rolhas. Para realizar esta tarefa são utilizadas as máquinas de corte de bastões (Figura 15).



Figura 15 – Máquina de corte de bastões

Com a produção de corpos por extrusão concluída, o processo entra na fase de transformação de um corpo em bruto numa rolha com dimensões e acabamentos pré definidos. Esta fase é semelhante a ambos os tipos de fabrico de rolhas, por extrusão ou por moldação.

O processo descrito é responsável pela produção da gama de produtos denominado Aglo, que pode dar origem a rolhas (produto final) para vinhos espirituosos, vinhos tranquilos ou vinhos efervescentes.

No que concerne ao processo por moldação, este é responsável pela produção da restante gama de produtos que esta unidade apresenta. Essa produção é efetuada por 10 máquinas de moldação (Figura 16 e Figura 17), sendo estas responsáveis pela produção de cerca de 70 % do total dos produtos produzidos por esta unidade. A grande diferença deste processo para o de extrusão é a compactação ser realizada em moldes individuais, evitando assim desperdícios causados pelo corte ou pela produção de corpos com medidas bastante superiores às do produto final esperado.



Figura 16 – Máquinas de moldação individual de rolhas



Figura 17 – Processo de moldação

As máquinas de moldação individual de rolhas possuem um conjunto de dois ou mais misturadores, possibilitando assim a produção de um produto diferente por cada máquina de moldação. Esta particularidade permite uma grande flexibilidade na produção, permitindo um maior ajuste às necessidades e maior capacidade de resposta.

Após a realização da mistura em cada máquina, o procedimento seguinte é o de enchimento dos moldes com a mistura de granulado e os restantes componentes do produto a produzir. Após o enchimento dos moldes dá-se início ao percurso de cerca de uma hora, através de uma câmara a altas temperaturas, que pode variar entre os 115 °C e os 135 °C.

A versatilidade das máquinas de moldação de rolhas reside na possibilidade de ajuste dos moldes, permitindo ajustá-los às necessidades de produção, minimizando desta forma o desperdício gerado.

O processo de moldação é responsável pela gama de micro aglomerados (Pietec 2, Pietec 3 e Pietec 5), desde as rolhas para vinhos tranquilos (Figura 18), rolhas para vinhos efervescentes, até às rolhas para as bebidas espirituosas. Também produz a gama idêntica aos produtos produzidos pela extrusão, com a mesma granulometria, sendo denominados de Picork (Figura 19).



Figura 18 – Rolhas das gamas Pietec 2, Pietec 3 e Pietec 5



Figura 19 – Rolhas das gamas Pietec e Piecork

Também é produzido por moldação um produto patenteado pelo Grupo Piedade, denominado de XL (Figura 20), o qual junta no mesmo corpo granulado de 4 a 7 mm com micro aglomerado, de 0,5 a 1 mm, sem se misturarem um no outro. Este produto contém o micro aglomerado na zona de contacto com o vinho e aglomerado na parte externa. Assim, é possível obter um produto com maior garantia de controlo dos níveis de TCA, devido ao micro aglomerado, e que quando inserido na garrafa apresenta a imagem tradicional de uma rolha de vinho efervescente.



Figura 20 – Rolha da gama XL

Com a conclusão dos processos anteriormente descritos fica encerrada a segunda fase do processo de fabrico da rolha, sendo que neste ponto os produtos obtidos são corpos em bruto da gama Pietec (2,3 e 5), Aglo, Piccork e XL.

2.1.4. PROCESSO DE COLAGEM

O processo de colagem não está presente em todas as gamas de produto existentes, sendo apenas aplicável aos produtos finais que contêm discos de cortiça natural. Este processo caracteriza-se pela colagem de um corpo de aglomerado, ou micro aglomerado, a um ou mais discos de cortiça natural.

Os produtos que advêm deste processo são os denominados “Elite” e “DD” (rolhas de vinho tranquilo) (Figura 21) e os “0+1” e “0+2” (rolhas de vinhos efervescentes) (Figura 22). Tanto os Elite como os DD levam dois discos, um em cada topo, sendo que no primeiro caso o corpo é Pietec (micro aglomerado) e no segundo é Piccork (aglomerado). No caso dos “0+1” e “0+2”, estes caracterizam-se pela junção de um corpo Piccork com um (0+1) ou dois (0+2) discos de cortiça natural num, ou nos dois, dos topos da rolha.



Figura 21 – Rolhas das gamas Elite e DD



Figura 22 – Rolhas das gamas “0+1” e “0+2”

As máquinas utilizadas neste processo estão preparadas para colar os corpos e discos para qualquer uma das gamas, sendo todo o processo idêntico. O processo caracteriza-se pela junção do corpo com o disco, ou discos, através de cola e uma fase de estágio em estufa quente, para otimizar o processo de colagem (Figura 23 e Figura 24).



Figura 23 – Máquina de colar discos de cortiça

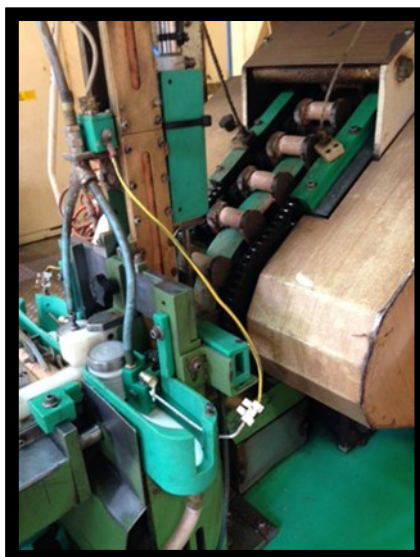


Figura 24 – Processo de colagem

Com a conclusão do processo de colagem toda a gama de produtos fica preparada para a próxima fase do processo, na qual se vai realizar o processamento dos corpos em bruto e iniciar-se a definição das dimensões finais da rolha e da própria cor da rolha.

2.1.5. PROCESSO DE RETIFICAÇÃO

O processo de retificação é responsável por colocar as rolhas com as dimensões pretendidas e com um bom acabamento superficial, isto é, uma superfície suave e homogênea ao longo de toda a rolha.

A realização deste processo é dividida em três operações: punçar, topejar e chanfrar. A operação de punçar é responsável por atribuir o diâmetro desejado ao corpo da rolha, assim como deixar uma superfície suave. O processo de topejar é idêntico ao anterior mas, em vez do corpo da rolha, é o processo realizado nos topos da rolha. O último processo consiste na realização de um chanfro entre o topo e o corpo da rolha, podendo este ser realizado num ou nos dois topos da rolha.

Através da Figura 25 é possível visualizar a transformação ocorrida no processo de retificação, onde um corpo com uma superfície irregular, com pouca precisão dimensional, se torna numa rolha com as dimensões pretendidas pelo cliente e com um acabamento superficial de melhor qualidade.



Figura 25 – Exemplo de rolha antes de retificar (lado esquerdo) e após retificar e chanfrar (lado direito)

Logo após o processo de retificação estar concluído, dá-se início ao processo de lavagem das rolhas, como se pode ver na Figura 26, permitindo retirar as impurezas causadas pela retificação, assim como alterar o aspeto visual da própria rolha, alterando a sua cor. Com os diferentes programas de lavagem é possível deixar as rolhas com um aspeto mais branco ou com a cor natural da cortiça.



Figura 26 – Máquina de lavagem de rolhas

Nesta unidade existem três zonas de retificação distintas, cada uma com a sua própria zona de lavagem de rolhas. Cada uma destas zonas está localizada perto de uma zona de produção de corpos: uma está perto da secção da extrusão e as outras duas perto das zonas da moldação. Esta disposição permite uma redução do espaço percorrido pelos corpos em bruto até às retificações.

2.1.6. PROCESSO DE ESCOLHA

Com a fase transata concluída, o processo seguinte é o de inspeção eletrónica (Figura 27) e visual (Figura 28) da qualidade das rolhas, procurando assim a eliminação de rolhas com defeitos de cada lote. Numa primeira fase a inspeção é realizada por máquinas com visão artificial, sendo posteriormente realizada uma escolha visual por funcionários especificamente formados para executar a tarefa, eliminando assim os defeitos que escaparam ao primeiro processo. Esta é uma fase bastante importante do processo, uma vez que vai permitir a eliminação de rolhas não conformes para o cliente final.



Figura 27 – Máquinas de inspeção e escolha de rolhas



Figura 28 – Inspeção e escolha visual de rolhas

Dependendo das especificações do cliente, as rolhas podem ser imediatamente embaladas e enviadas para o cliente ou seguem para a secção seguinte, caso o cliente pretenda uma marcação na superfície das rolhas ou que se realize tratamento de superfície destas.

2.1.7. PROCESSO DE MARCAÇÃO, TRATAMENTO E EMBALAMENTO DE ROLHAS

Caso o produto final requeira uma marcação numa das superfícies da rolha, estas entram na última secção desta unidade, em que se vai realizar essa mesma marca, o tratamento de superfície e o respetivo empacotamento. Esta secção, denominada de “Marcação”, é onde se realiza o processo de marcação da superfície da rolha (queimando a superfície ou pintando-a) com o desenho pretendido pelo cliente.

As máquinas, internamente denominadas a “fogo”, marcam as rolhas através da compressão de um molde aquecido sobre a superfície da rolha, queimando-a e deixando-lhe uma marca permanente. No caso da máquina “a tinta”, o processo é idêntico, no entanto, em vez de o molde estar incandescente, este é banhado em tinta e em contacto com a rolha vai deixar o negativo do mesmo estampado na superfície da rolha.

Como referido, nesta secção realiza-se também o processo de aplicação de tratamento de superfície das rolhas. Os tratamentos de superfície aplicados vão permitir melhorar as condições de engarrafamento, assim como controlar as forças necessárias à extração das rolhas das garrafas. O processo de tratamento requer um controlo apertado, de forma a garantir que os produtos aqui utilizados são distribuídos uniformemente pelas rolhas, garantindo assim que qualquer rolha recebeu a mesma quantidade do produto de tratamento de superfície.

Após o término do processo de tratamento de superfície, os lotes de rolhas são isolados e devem estabilizar durante 24 h até serem embalados.

O último processo é a fase de embalagem das rolhas e o seu envio para a zona de expedição ou armazenamento. É neste último processo que se realiza a última inspeção visual, permitindo retirar qualquer rolha não conforme que esteja presente no lote. Todo o processo produtivo da PIETEC Cortiças S.A. se encerra neste ponto, ficando os lotes prontos a expedir para o cliente.

3. ESTADO DA ARTE

Com o crescente desenvolvimento a nível tecnológico, a competitividade das empresas a aumentar e com um mercado global, todas as empresas têm de produzir melhor e a um menor custo. O aumento de rentabilidade dos recursos existentes é prioritário, assim como a eliminação de tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto produzido.

Nos dias de hoje é essencial que as empresas façam uma retrospectiva interior, dos seus colaboradores, processos e produtos, de forma a entenderem como poderão melhorar.

3.1. LEAN MANUFACTURING

A produção *Lean* é, entre outras, uma filosofia para orientar as empresas no sentido da otimização produtiva. O objetivo primordial da filosofia *Lean* é a erradicação de tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto.

O surgimento desta filosofia deu-se após o fim da II Grande Guerra, no Japão. Sendo um país com um território relativamente pequeno, com poucos recursos e com um elevado número de habitantes, era essencial para eles racionalizar os poucos recursos existentes. Estas limitações não foram impeditivas para que os Japoneses quisessem evoluir e competir com as grandes potências da altura.

A Toyota Motor Company, o berço da filosofia *Lean*, era na década de 1950 uma empresa decidida em emergir no ramo da construção automóvel e, para tal, nomeou dois engenheiros, Taichii Ohno e Shigeo Shingo, para desenvolver um novo sistema de produção para si própria.

Os dois engenheiros basearam-se na cultura intrínseca do seu país e adicionaram-lhe os melhores conceitos de produção existentes na altura (predominantemente Norte-Americanos). O conceito de produção existente nos Estados Unidos da América era o de produção em massa, desenvolvido por Henry Ford na década de 20, conceito conhecido pelas expressões “*Any customer can have a car painted any color that he wants so long as it is black*” e “*What doesn’t exist cannot break*” (Chiarini, 2013).

Atraídos pelos bons resultados obtidos pela Ford, e com o intuito de implementar o mesmo processo na Toyota, os dois engenheiros visitaram as instalações da Ford por várias vezes e tentaram compreender o seu processo produtivo. No entanto, com as inúmeras visitas, logo entenderam que não lhes era possível implementar tal sistema produtivo na sua empresa. Os poucos recursos naturais existentes no país e a pouca procura interna devido ao pós-guerra, não lhes permitia condições semelhantes às encontradas pela Ford, nos Estados Unidos da América.

Taichii Ohno e Shigeo Shingo entenderam que para que o seu novo sistema de produção pudesse singrar na Toyota, teriam de seguir um caminho diferente do seguido pela Ford. Os dois engenheiros seguiram uma premissa de redução dos custos necessários à produção, tendo em conta que só assim poderiam ser competitivos e, desta forma, ter possibilidades de lutar com os seus concorrentes.

No final da década de 1960 os produtos de produção em massa tinham atingido o ponto de saturação, quer no continente norte-americano quer no europeu, atingindo o seu pico com a crise de 1971 nos Estados Unidos da América (Chiarini, 2013). O conceito da Ford desmoronava-se, o que permitiu à Toyota entrar na luta pelo mercado de construção automóvel através da criação e implantação do *Toyota Production System* (TPS).

A indústria Japonesa, mais em concreto a Toyota, que já havia começado a investigação e desenvolvimento anos antes, encontrava-se em vantagem na nova situação económica, tendo em conta as novas estratégias que lhe permitiam uma produção com baixos custos, com qualidade e com capacidade de resposta às diferentes exigências dos clientes.

A filosofia *Lean*, ou “pensamento magro” advém do TPS (implementado por Taichii Ohno e Shigeo Shingo). Visa a eliminação dos desperdícios, a melhoria da qualidade, do custo, da produtividade, da segurança e da motivação dos funcionários. Estes pilares visam atingir uma maior satisfação do cliente, dos funcionários e dos investidores.

No TPS o conceito de melhoria contínua contempla todos os funcionários e todos os dias, procurando-se constantemente formas de melhorar todos os processos, produtos ou serviços.

3.1.1. ANÁLISE DOS ALVOS DE AÇÃO

Na cultura Japonesa o desperdício é visto como tudo aquilo que ultrapassa o essencial, quer seja o número de funcionários, de equipamentos ou materiais necessários para responder à procura (The Thomson Corporation, 2006).

Segundo Chiarini (2013) desperdício é toda a atividade que acarreta custos, mas não acrescenta valor para o cliente. Os Japoneses designam de *muda* este tipo de atividades, que significa desperdício. O *muda* torna os produtos mais caros, obrigando o cliente a pagar por algo que não acrescenta valor ao produto pelo qual está a pagar.

No entanto, o valor não é aquilo que o cliente recebe em troca pelo que paga; se assim fosse os produtos gratuitos não teriam valor. Valor é mais do que uma compensação que o cliente recebe pelo dinheiro dado em troca. O valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que se dedica a algo (Pinto, 2014).

3.1.2. OS TRÊS M

Tendo como objetivo a redução de custos, sem que esta afete a qualidade e a melhoria contínua, a gestão japonesa apresenta a análise dos três M.

Esta análise da capacidade e da carga tem como objetivo o equilíbrio entre as duas, isto é, a igualdade da capacidade com a carga. O objetivo deste equilíbrio é a não existência de atrasos das encomendas e a não existência de *stocks*, porque qualquer uma das situações que provoque um desequilíbrio representa desperdício.

Os Japoneses utilizam três vocábulos para identificar três situações diferentes:

- *Muda* (desperdício) – mais capacidade do que carga, logo existe desperdício de capacidade;

Tudo que não acrescenta valor é desperdício e assim sendo deve ser eliminado.

As sete formas de desperdício, ou *muda*, são (Liker, *et al.*, 2006):

1. Excesso de produção

Toda a produção que excede o estritamente necessário para satisfazer o pedido do cliente. Produzir mais cedo ou mais tarde do que o necessário gera desperdícios, quer

ao nível do pessoal, das deslocações de materiais, do armazenamento e com o risco de não cumprir com o compromisso para com o cliente.

2. Espera

Todas as esperas são consideradas desperdício. Quer seja o funcionário à espera que a máquina acabe uma operação, quer seja o oposto.

3. Transporte e movimento excessivo

Toda a movimentação durante o processo de trabalho, de uma secção para outra, ou a necessidade de ter de movimentar peças ou produtos acabados por entre vários armazéns.

4. Processos que não acrescentam valor

São todos os processos que são realizados sem que acrescentem valor ao produto, como. Por exemplo, a ineficiência de um processo devido a uma má ferramenta ou realizar um melhor acabamento do que aquele que está planeado e pelo qual o cliente aceita pagar o preço do produto.

5. *Stocks*

O excesso de matéria-prima e os grandes inventários de produtos acabados provocam desperdícios, quer ao nível do capital investido, espaço de armazenamento, transporte e movimentações.

6. Defeitos

A produção de peças com defeito ou com necessidade de fazer correções. Todo o tipo de reparações, retrabalho, produção de peças de substituição, significa desperdício.

7. Não utilização da criatividade dos colaboradores

É considerado desperdício por se perder tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem, por não se envolver ou ouvir os colaboradores.

- *Mura* (variabilidade da carga) – cargas com distribuições inconstantes;

A uniformização do trabalho garante que todos seguem os mesmos procedimentos, tornando os processos mais previsíveis e controláveis.

- *Muri* (excesso de carga) – mais carga do que a capacidade máxima.

Implementação do sistema *Just in Time* (JIT) permite a execução dos pedidos no momento em que realmente são necessários, através do sistema *pull*, sendo a ordem do cliente a “puxar” os produtos ou serviços.

3.1.3. QUALIDADE

Produzir produtos com qualidade é fundamental e deve ser prioridade para qualquer empresa. Um produto com qualidade garante a diminuição de tarefas materiais (movimentações, retrabalho, controlo de qualidade, desperdício de matérias primas) e permite uma satisfação por parte do cliente que compra o produto.

A missão das empresas deve ser o fornecimento aos seus clientes, quer este seja o cliente final ou apenas a secção seguinte do processo de fabrico, de um produto com qualidade.

3.1.4. CUSTOS

O TPS procura a obtenção de lucros através da procura incessante da redução dos seus custos, tendo em conta que este considera que os preços de venda são determinados pelo que o cliente se propõe a pagar por um determinado produto e pelo mercado.

3.1.5. EFICIÊNCIA

A avaliação da eficiência é um ponto-chave na melhoria da produtividade e redução de desperdício. A análise do menor número de horas, menor quantidade de materiais, menor número de deslocações e operações, vai permitir uma melhor programação do trabalho e executá-lo apenas quando necessário.

O aumento da eficiência é possível através da redução do desperdício, quer de materiais, mão-de-obra, tempo ou deslocações. Esta análise deve ser realizada a todo o processo, começando pelo princípio do processo e percorrendo-o até ao final (Art of Lean, 2014).

3.1.6. SEGURANÇA E MOTIVAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS

As estatísticas demonstram um maior número de acidentes quando um funcionário executa algo fora do comum, quando existe desorganização na área de trabalho ou quando as tarefas são difíceis de executar (Art of Lean, 2014). A filosofia *Lean* procura um ambiente para os funcionários que esteja organizado, com tarefas bem definidas, com o mínimo de deslocações e que seja o mais seguro possível.

3.1.7. MOTIVAÇÃO

Um dos desperdícios identificados anteriormente, referido no ponto 7 da Subsecção 3.1.2, refere o desperdício da não utilização da criatividade dos colaboradores. A melhoria contínua reconhece como fonte de conhecimento os funcionários que estão oito horas por dia a executar a mesma tarefa, logo conseguem ter uma boa perspetiva do que pode ser melhorado. A incorporação dos funcionários no processo de melhoria contínua motiva-os, permitindo maior cooperação e empenho.

Aquando do desenvolvimento do TPS, Taiichi Ohno deparou-se com a necessidade de ter funcionários com capacidade de pensar, devido aos desafios presentes na implementação da sua nova filosofia de trabalho (Liker, *et al.*, 2007). Este sabia que não eram apenas alguns engenheiros que iriam solucionar todos os problemas e também não era um funcionário desmotivado e desinteressado que iria sugerir melhorias ou solucionar os problemas. Ele necessitava de ter os funcionários como membros ativos no combate ao desperdício e para isso teve que os motivar e orientar para a sua causa.

A importância do fator humano foi tão grande, desde o início da implementação do TPS, que a Toyota criou um sistema para formação e desenvolvimento dos seus funcionários, denominado de *Human System* (Liker, *et al.*, 2007). O objetivo do *Human System* é um processo de formação contínua dos funcionários, para assim ter a capacidade de atrair as pessoas mais capazes para a organização e difundir constantemente a filosofia da empresa a todos os seus colaboradores. Este sistema de formação procura que os seus funcionários sejam pessoas mais capazes de dar respostas aos desafios que vão surgindo e consigam melhorar os processos nos quais estão inseridos.

3.2. ***PLAN-DO-CHECK-ACT (PDCA)***

O ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) é uma das ferramentas mais reconhecidas no conceito de gestão da qualidade e do desenvolvimento do produto. A sua simplicidade e eficiência tornam esta ferramenta bastante prática e de fácil aplicação.

Em 1939 Walter A. Shewhart (Oribe, 2009) propõe uma nova forma de abordar o tema que até então era visto como um problema linear. No livro que lança nesse mesmo ano, Walter A. Shewhart propõe um modelo de produção visto como um sistema, denominado de ciclo de Shewhart (Figura 29). O autor do ciclo defendia que o processo deveria ser em ciclo contínuo, sendo que deveria começar pela especificação, depois produção e no final a inspeção, que alimentaria novamente o ciclo.

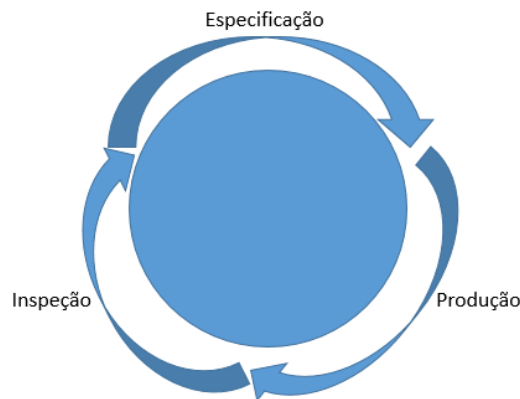


Figura 29 – Ciclo de Shewhart de 1939 (Oribe, 2009)

Após o ciclo de Shewhart ser apresentado no Japão em 1950 (Oribe, 2009), foi adaptado à filosofia Japonesa e tomou a sua forma mais conhecida, o PDCA (Figura 30).

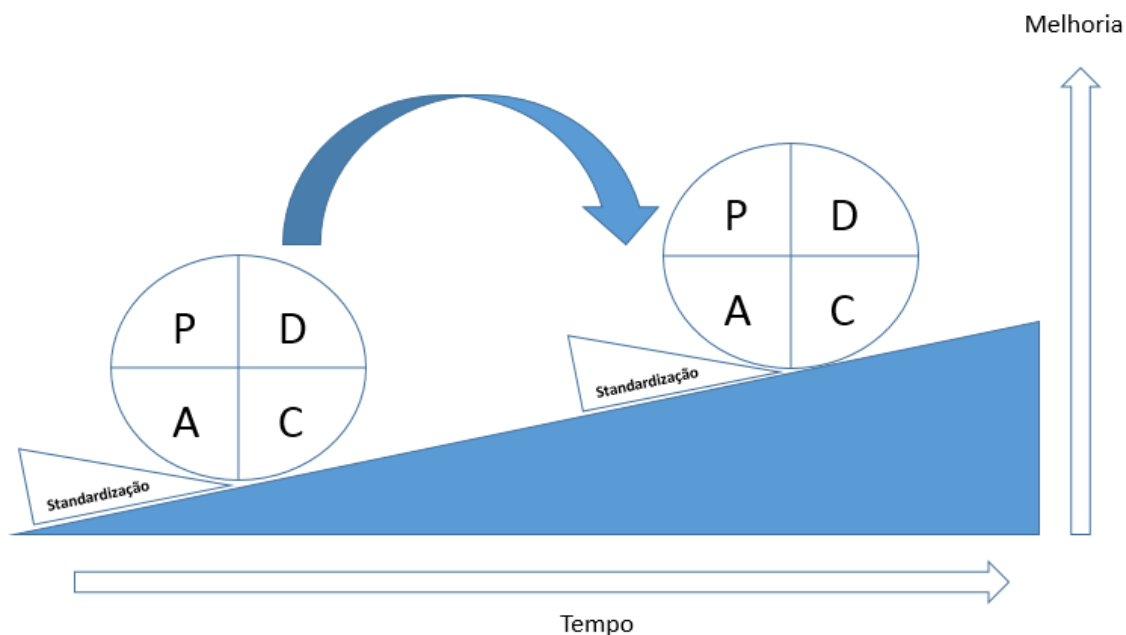


Figura 30 – A melhoria contínua de qualidade com PDCA (Wiki, 2014)

1. *Plan* (Planejar) – neste ponto é necessária a identificação precisa e detalhada do problema, sendo este um ponto importante para as seguintes etapas. Após o reconhecimento do problema deve ser elaborado um plano de ação, assim como definidas metas/objetivos a alcançar. Estes devem ser mensuráveis para permitir uma avaliação contínua eficaz.
2. *Do* (Executar) – esta fase caracteriza-se pela implementação do plano definido na primeira fase (*plan*).
3. *Check* (Verificar) – após a implementação é realizada a monitoração/avaliação periódica dos resultados obtidos, analisando-se o diferencial entre o projetado e o resultado real.
4. *Act* (Atuar) – com a análise dos dados obtidos no terceiro ponto (*check*), deve-se atuar caso a análise demonstre resultados abaixo do planeado. No caso de sucesso, o processo deve ser padronizado.

O ciclo PDCA pode ser aplicado em qualquer situação de melhoria, em qualquer empresa, em qualquer ramo industrial. É um processo simples e eficaz de implementação de melhorias do processo ou do produto, com resultados obtidos em todo o mundo e nos diferentes ramos industriais.






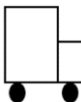
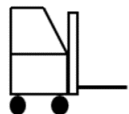
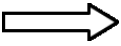
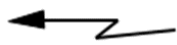
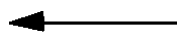
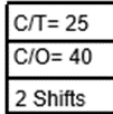

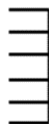


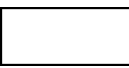
3.3. **VALUE STREAM MAPPING (VSM)**

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta de diagnóstico muito eficaz na análise da identificação e eliminação de desperdícios. Esta ferramenta permite visualizar o percurso do produto ao longo de toda a cadeia de valor, tornando-se uma ferramenta simples e muito útil na fase inicial de análise, gestão, engenharia e identificação do desperdício e das suas causas (Pinto, 2014). Para que a leitura e interpretação desta ferramenta seja possível por todos, a simbologia utilizada para caracterizar as diferentes fases, intervenientes e procedimentos do processo estão representados na Tabela 2.

Segundo Liker, *et al.* (2006) a construção do VSM deve seguir os seguintes pontos:

- usar o mapa do estado atual apenas como uma base para o futuro mapa. O estado inicial é importante para estabelecer o ponto de partida do estudo e para analisar / comparar o estado futuro com o estado inicial;
- o mapa do estado futuro deve representar o conceito que se pretende alcançar. Não são pretendidos os detalhes específicos de como se vai construir o que está projetado, apenas o que se vai tentar implementar;
- o novo mapa deve ser acompanhado por alguém com experiência na implementação *Lean* de forma a conseguir ter uma boa visualização do estado futuro;
- o objetivo do VSM é ação, é a implementação das melhorias;
- o desenvolvimento e implementação dos VSM deve ser projetada e implementada e só depois se deve avançar para a análise de outro sector / produto;
- após o planeamento e a implementação do VSM é imperativo verificar e agir. Caso não haja auditorias, o risco de voltar à situação inicial é grande. Deve ser também contemplado um plano de futuras melhorias.

Tabela 2 – Simbologia VSM

Descrição	Símbolo
Fonte externa (Cliente ou Fornecedor)	
Processo	
Stock	
Kanban	
Lógica push	
Fornecimento por caminhão	
Movimentação por monta-cargas	
Fluxo físico de materiais	
Fluxo eletrônico de informação	
Fluxo de papel de informação	
Caixa de dados: C/T – Tempo de ciclo C/O – Tempo de mudança Número de turnos	
Operador	
Supermercado	
First In First Out (FIFO) – Primeiro a entrar, primeiro a sair.	
Ver a programação da produção	
Calendarização	

3.4. 5S – ORGANIZAÇÃO NO TRABALHO

A ferramenta 5S, cujo nome vem das iniciais de cinco palavras japonesas (*Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, *Shitsuke*), surgiu no Japão na década de 50 com a necessidade de “organizar toda a desorganização existente”, resultado da derrota do Japão na segunda guerra mundial. Havia a necessidade de reorganizar as empresas, torná-las mais eficazes e com a capacidade de produzirem mais e melhor. O significado destas palavras é o seguinte:

- *Seiri* – escolha e separação

Consiste em decidir que tipo de atividades são úteis dentro do processo e eliminar as que não o são. Subsequentemente deve ser eliminado tudo aquilo que não é útil ao processo, tornando-o assim mais ligeiro, ágil e eficaz.

- *Seiton* – arrumação

Compreende a arrumação de todo o tipo de ferramentas e tudo aquilo que é usado durante o processo, incluindo produtos acabados. O espaço mais organizado reduz tempos de procura de ferramentas e movimentações, tornando todo o processo mais simples e fácil de realizar.

- *Seiso* – limpeza

Esta etapa exige a manutenção da limpeza do local de trabalho, proporcionando assim um bom ambiente de trabalho. Fomentar a filosofia de não sujar é cultivar o limpo.

- *Seiketsu* – padronizar

Foco na criação de instruções de fácil compreensão e aplicação, para que a sua replicação e manutenção sejam um processo simples. O objetivo é a manutenção das etapas descritas anteriormente.

- *Shitsuke* – manutenção

Esta etapa foca-se no controlo das etapas anteriores, certificando-se de que a empresa é capaz de manter e melhorar a arrumação e limpeza alcançadas. Além do controlo e verificação das implementações efetuadas, é necessário o acompanhamento

motivacional dos funcionários de forma a combater possíveis resistências à mudança e garantir o total empenho de todos na implementação dos 5S.

O objetivo da ferramenta criada foi a alteração da filosofia das empresas e dos seus funcionários, promovendo a eliminação dos materiais obsoletos, redução de desperdício, cuidado com a limpeza do local de trabalho, aumento da produtividade, aumento da qualidade e segurança, introduzindo os princípios básicos da gestão visual e do controle.

A aplicação e a manutenção desta ferramenta permitirá alcançar os seguintes benefícios a nível produtivo (Hirano, 2009):

1º benefício – a redução/eliminação dos desperdícios permite uma redução de custos e maior capacidade:

- eliminar os desperdícios acumulados durante o processo, permitindo reduzir o inventário físico da unidade;
- eliminar os locais de armazenamento desnecessários;
- eliminar as ações que não agregam valor.

2º benefício – melhoria da segurança no trabalho:

- a arrumação e limpeza do local de trabalho favorecem a segurança deste local assim como uma boa perspetiva sobre possíveis falhas;
- todas as saídas de emergência devem estar devidamente sinalizadas, assim como o seu caminho desimpedido.

3º benefício – zero avarias – melhor manutenção:

- a sujidade e os resíduos produzidos pela própria máquina, caso não sejam eliminados, podem aumentar o número de avarias e consequentemente levar à redução da vida útil do equipamento;
- executar manutenção preventiva e estudar as avarias ocorridas.

4º benefício – redução dos defeitos:

- quanto maior a desordem mais difícil é a separação entre os produtos com defeito e sem defeito;
- o local de trabalho arrumado e limpo torna os trabalhadores mais conscientes da forma como estão a executar as suas tarefas;
- armazenar em locais específicos as ferramentas de inspeção e instrumentos de medição é um pré requisito para reduzir os defeitos.

5º benefício – zero atrasos:

- a redução de defeitos permitirá uma maior produtividade, logo melhor capacidade de resposta ao cliente;
- a eficiência é maior em locais de trabalho limpos e organizados.

6º benefício – diminuição de reclamações:

- os produtos que provêm de um local de trabalho limpo e organizado têm menos defeitos, custam menos a produzir e há menor probabilidade de haver atrasos na sua entrega.

Os benefícios referidos anteriormente podem ser medidos através da análise dos seguintes índices (Chiarini, 2013):

- produtividade – através da análise e comparação dos índices de produtividade;
- quantidade de espaço utilizado – através da comparação do espaço livre existente, antes e após a implementação dos 5S;
- defeitos – comparando a percentagem de defeitos antes e após a implementação dos 5S;
- *Work in Progress* (WIP) / tempo de espera – comparando os valores de WIP e verificando se existe uma redução do mesmo;

- acidentes e lesões – comparando se de facto existiu uma redução dos acidentes de trabalho.

3.5. SMED

O SMED é uma das metodologias do *Lean Manufacturing* que propõe a redução dos desperdícios no processo produtivo.

O desenvolvimento desta ferramenta deveu-se à evolução do mercado e à mutação de uma produção tipicamente em série para uma produção de pequenos lotes. A produção em grandes séries trazia vantagem nos níveis de produção, exigia pouca alteração nas máquinas e nas linhas de produção. No entanto, com o desenvolvimento dos produtos, da concorrência e do próprio consumidor, este tipo de produção deixou de ser competitivo. A inércia causada às organizações limitava a capacidade de resposta às exigências do mercado, exigindo grandes quantidades de *stock* e os custos inerentes à manutenção do próprio *stock*.

“SMED gave Toyota more flexibility and capacity, freeing them from the need for long production runs. It is not an exaggeration to say that much of the Toyota Production System, such as just-in-time, Kanban, continuous improvement, 5S, and autonomous maintenance was facilitated by Shingo’s work in changeover.” (Henry, 2013)

Segundo o autor da metodologia SMED, Shigeo Shingo, esta é uma ferramenta que contém três componentes fundamentais para que possa ocorrer a otimização do tempo de *setup* (Shingo, 1985):

- pensar de forma básica sobre a produção;
- ser um sistema realista;
- ser um método prático.

Esta metodologia começa por definir o tempo de troca de ferramenta ou de *setup*, como sendo o tempo entre o fim da produção da última peça do lote (com boa qualidade) e o início de produção da primeira peça (com boa qualidade) do lote seguinte (Coimbra, 2009).

O tempo analisado não se cinge apenas ao tempo em que a produção está parada, mas a todo o tempo e tarefas necessárias realizar para a preparação, troca e afinação de uma máquina ou conjunto de máquinas, para que um produto com diferentes características possa ser

produzido. Considerando que a não produção tem um custo, a metodologia SMED vai analisar e estudar a melhor forma de minimizar esse custo. Reduzindo o tempo de *setup*, aumenta a flexibilidade do processo produtivo, aumenta a produtividade e a capacidade de resposta ao cliente.

Segundo (Coimbra, 2009), o SMED consiste num processo de cinco etapas:

- Análise da situação atual – deve ser realizada uma análise em pormenor da metodologia utilizada atualmente, permitindo uma aquisição dos dados que permitam analisar, estudar e mais tarde comparar com a versão apresentada. As ferramentas utilizadas nesta etapa são a análise de tempo e das movimentações necessárias a todo o processo de *setup*.
- Separar o trabalho interno do trabalho externo – com a recolha de dados efetuada é possível classificar cada tarefa realizada em dois tipos: o trabalho interno (trabalho que apenas pode ser realizado com a máquina parada) e o trabalho externo (trabalho que pode ser realizado com a máquina em funcionamento).

Segundo (Shingo, 1985) deve ser realizada uma lista com:

- nomes;
- especificações;
- número das diferentes peças;
- pressão, temperatura e outros ajustes;
- os valores numéricos para todas medidas e dimensões.

A criação de uma tabela com a descrição de todas as peças e ferramentas que são necessárias à realização da modificação da máquina permitirá, antes de iniciar o processo de ajuste da máquina, verificar se se possui tudo o que se vai necessitar para efetuar o ajuste de forma eficaz. A limitação existente à utilidade da tabela de verificação é que a mesma não pode ser utilizada para verificar a condição de funcionamento.

- Converter o trabalho interno para trabalho externo – uma análise detalhada das tarefas internas a executar no processo de *setup* pode permitir concluir que algumas delas possam passar para trabalho externo. Esta transição de tarefas de trabalho interno para trabalho externo é uma redução no tempo necessário de paragem, logo traduz-se em aumento de produção.
- Reduzir o trabalho interno – diminuir o número de tarefas do trabalho interno e reduzir/eliminar os desperdícios existentes nas tarefas internas ao *setup*, como, por exemplo, deslocações, transportes, tempos de espera.
- Reduzir o trabalho externo – encontrar soluções que permitam que o trabalho externo seja feito em menos tempo.

Para além das cinco etapas descritas anteriormente, Shingo (1985) refere que nas operações tradicionais de fabrico, os *setups* realizados necessitam que os operadores tenham conhecimento sobre a estrutura, função das máquinas e equipamentos, bem como o profundo conhecimento das ferramentas de apoio. Também é importante a habilidade na manipulação dos diversos equipamentos e nas ferramentas de medição.

As configurações das máquinas exigem que sejam realizadas por operadores qualificados para o efeito, porque só assim é possível garantir que as possíveis melhorias implementadas levem à obtenção dos benefícios esperados.

4. LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL

O foco do estudo desta Tese é a secção denominada de Marcação (Figura 31) que, como já referido anteriormente, é a última secção do processo produtivo desta unidade. Sendo o último passo antes da expedição (propriamente dita) do produto para o cliente, esta secção é um ponto importante em toda a unidade e as operações aqui realizadas devem ter o máximo de rigor e precisão de forma a assegurar os padrões de qualidade dos produtos.

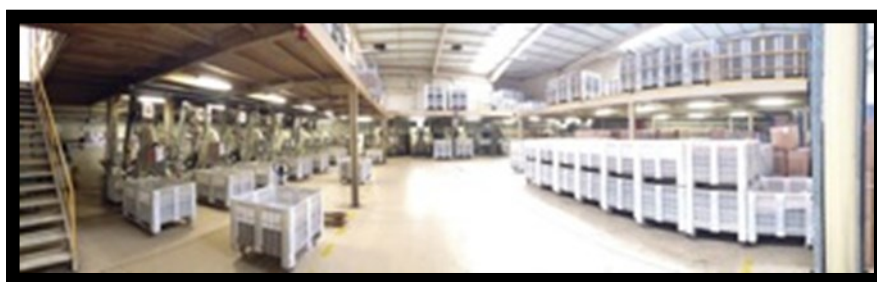


Figura 31 – Vista geral da secção de Marcação

A escolha deste ponto para o foco do estudo recaiu na sua importância no processo produtivo e na necessidade de melhoria do *lead time* de uma encomenda.

Dentro da secção Marcação existem três processos distintos (Figura 32), os quais são realizados de forma sequencial e pela seguinte ordem: marcação da superfície das rolhas com o desenho que o cliente pretende, aplicação do tratamento de superfície nas rolhas e embalagem / paletização. É de salientar que, caso o cliente não o pretenda, as rolhas podem ser expedidas sem marcação e/ou sem tratamento de superfície.

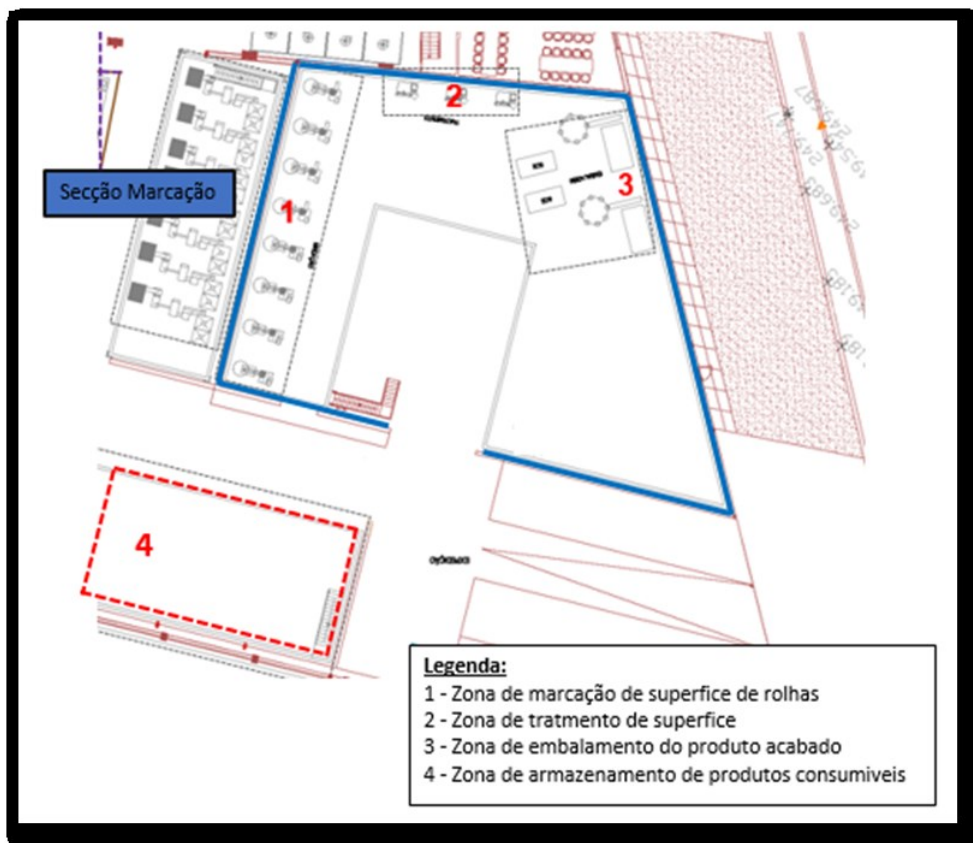


Figura 32 – Localização dos diferentes processos existentes na secção em estudo

A Marcação caracteriza-se por ter um fluxo produtivo em “U”, com um único ponto de entrada e saída. Tem dois níveis, sendo o nível superior uma plataforma que permite que se realize o abastecimento às máquinas que estão situadas no nível inferior. O abastecimento das rolhas para a plataforma superior é realizado em contentores movimentados por um empilhador.

Na Figura 33 é possível visualizar, de forma esquemática, a secção em causa e as movimentações/fluxos dos produtos que nela ocorrem. O fluxo assinalado como 1 (um) nesta figura corresponde à movimentação das rolhas provenientes da secção anterior para o sector da Marcação. Estas são imediatamente movimentadas para o piso superior de forma a alimentarem as máquinas de marcação da superfície das rolhas.

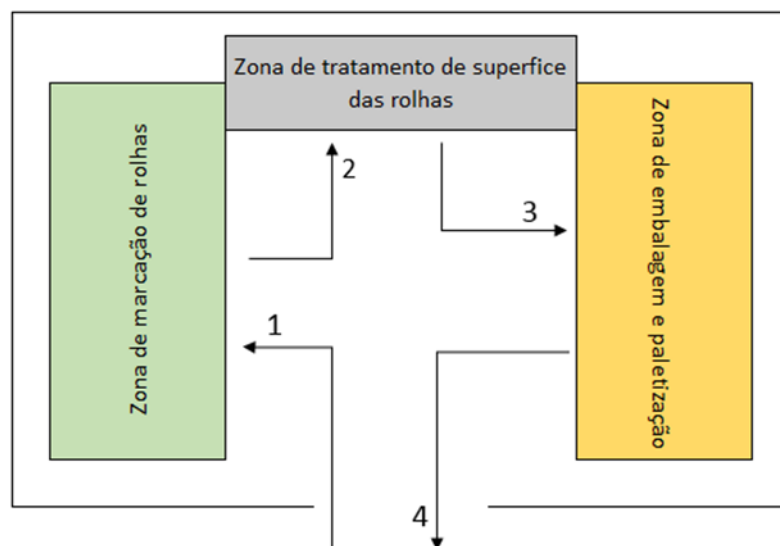


Figura 33 – Representação esquemática dos fluxos de material na secção em estudo

Após marcadas, as rolhas são movimentadas em contentores novamente para o piso superior, fluxo identificado com o número 2 (dois) na Figura 33, para que se possa abastecer as máquinas de tratamento de superfície.

Com o tratamento de superfície aplicado é necessário movimentar novamente as rolhas em contentores para o piso superior (fluxo identificado como 3 na Figura 33). Estas vão estabilizar aqui para posteriormente se abastecer a máquina de contar as rolhas, de forma que possam ser embaladas e posteriormente expedidas (fluxo 4 na Figura 33/Figura 1).

Além da movimentação dos contentores com rolhas é necessário considerar que também é necessário movimentar os contentores vazios, retirando-os de cima da plataforma para o piso inferior.

A organização hierárquica desta secção (apresentada na Figura 34) apresenta no seu topo o gestor da produção, com o apoio do controlo de qualidade, assim como do controlo de produção. Abaixo dos controlos de qualidade e produção está o Responsável de Secção, funcionário responsável pela organização dos restantes funcionários e por garantir que os objetivos traçados pelos seus superiores são atingidos.

Relativamente ao fluxo de informação neste sector, este é regido pela Ordem de Fabrico (OF) que é emitida pelo Gestor de Produção da unidade. A OF descreve todos os parâmetros do produto, quantidade, tipo de imagem a marcar, tipo de tratamento e especificações de embalagem. A informação é transmitida ao Responsável de Secção, com

conhecimento do controlo de produção e da qualidade, que posteriormente a faz chegar aos responsáveis de turno, uma vez que esta unidade trabalha três turnos por dia.

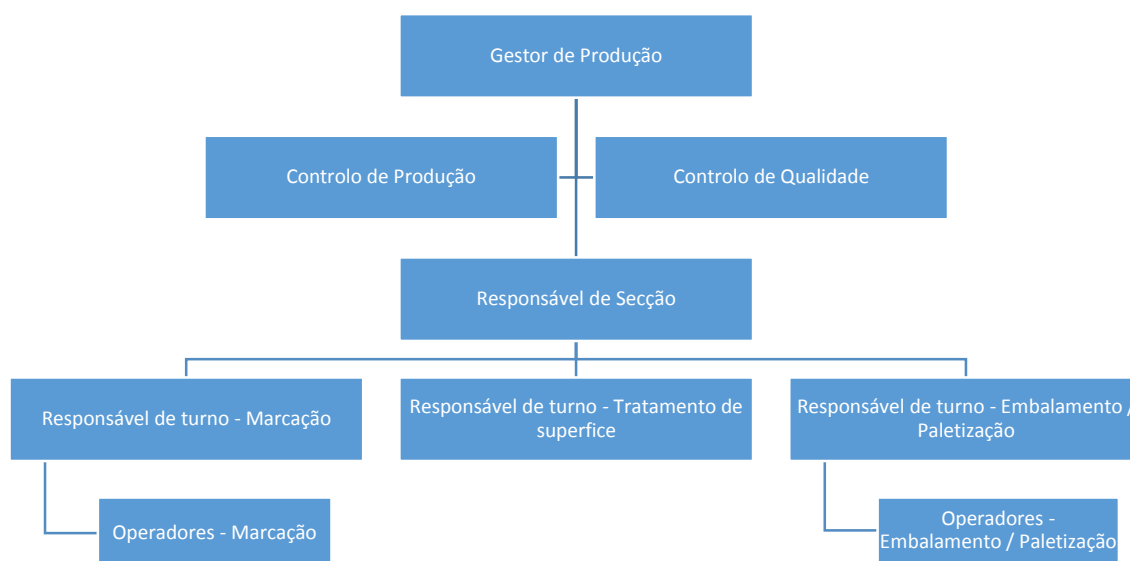


Figura 34 – Organograma da secção da marcação

4.1. DESCRIÇÃO DETALHADA DOS PROCESSOS

4.1.1. MARCAÇÃO DA SUPERFÍCIE DAS ROLHAS

Das dez máquinas de marcar as superfícies das rolhas existentes neste sector, seis delas têm acopladas no seu circuito de alimentação um orientador (Figura 35) que permite orientar as rolhas antes de estas entrarem na máquina de marcar. As máquinas com orientadores acoplados estão prioritariamente alocadas à marcação de rolhas de vinhos efervescentes, tendo em conta que são estas rolhas que podem necessitar de orientação para realizar a marcação da superfície na posição desejada.

Os sistemas de orientação de rolhas permitem a orientação correta da rolha antes de esta entrar para a máquina de marcar propriamente dita (Figura 36), permitindo assim marcar um só topo ou orientar a marca consoante o chanfro existente.



Figura 35 – Orientador de rolhas



Figura 36 – Máquina de marcar a superfície das rolhas

As restantes máquinas estão alocadas à marcação das rolhas com calibres de vinhos tranquilos, as quais normalmente não necessitam de orientação.

Tendo em conta que as máquinas trabalham com rolhas de diferentes calibres e com moldes de marcação que podem ser mais ou menos complexos, as suas cadências não são idênticas. Assim, nesta fase, as cadências podem variar entre as 7000 e as 10 000 rolhas/h.

As máquinas necessitam de ajustes sempre que mudam o tipo de molde ou o calibre da rolha a processar, obrigando a ajustes mecânicos na máquina de marcar e no orientador (caso seja necessário orientar a rolha).

4.1.1.1. AJUSTES NECESSÁRIOS

Para efetuar a alteração de uma linha de marcação da superfície da rolha é necessário analisar os seguintes pontos:

- o calibre da rolha a marcar;
- a necessidade ou não de orientar a rolha;
- o molde, ou moldes, de marcação da superfície da rolha.

Quando há necessidade de realizar o ajuste da linha de marcação da superfície das rolhas os pontos referidos anteriormente são os pontos-chave de qualquer alteração. A alteração do calibre da rolha a marcar obriga a um ajuste da máquina de marcar; caso a mesma precise de orientação, o ajuste também terá de ser realizado no orientador.

O primeiro passo a realizar consiste em retirar todas as rolhas que ainda se encontram na moega do sistema de transporte da alimentação do orientador/máquina de marcar, para que não se misturem dois tipos de rolhas diferentes. Só após esvaziar todo o circuito de transporte, alimentação e a própria máquina é que é possível introduzir o novo tipo de rolhas.

O passo seguinte é a procura do molde de marcação para a OF em causa. A armazenagem dos moldes de marcação é realizada em pequenas gavetas com uma etiqueta onde está uma cópia da imagem do molde ou do nome do cliente. Os moldes podem ainda estar em tabuleiros (Figura 37), consoante a sua utilização recente, ou desmazelo na arrumação dos mesmos.



Figura 37 – Moldes de marcação de superfície de rolhas

O terceiro passo é iniciado já com o sistema de alimentação da máquina vazio e na posse do molde correto a inserir na máquina. Este passo é o ajuste propriamente dito da máquina e do orientador, caso necessário. Os ajustes permitem adaptar a máquina a um diferente tipo de rolha, com características diferentes e com um molde diferente.

Em seguida serão descritos os pontos de ajuste possíveis do orientador de rolhas, representados na Figura 38, e os pontos de ajuste da máquina de marcar que estão representados nas Figura 39, Figura 40 e Figura 41.

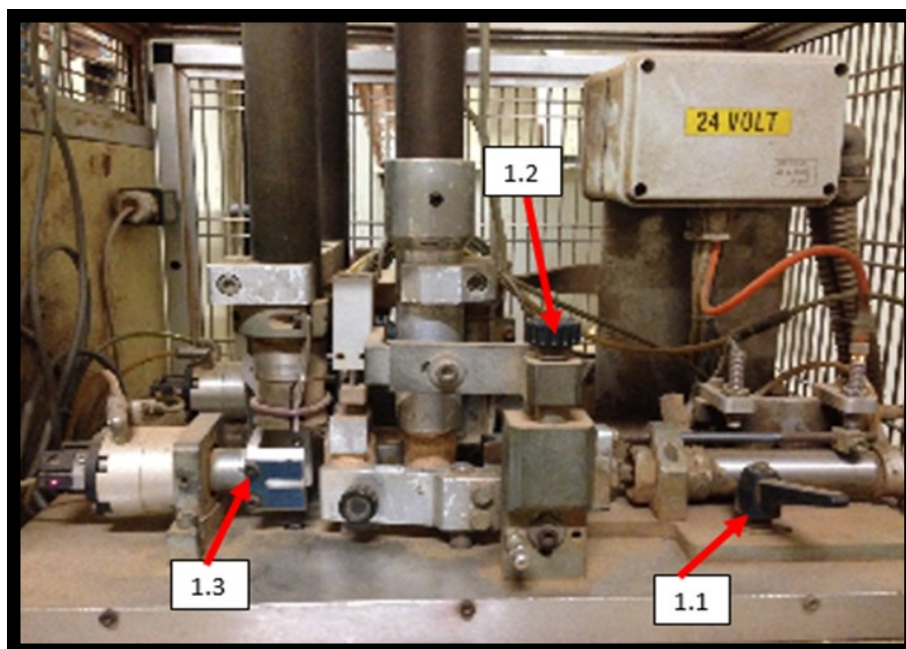


Figura 38 – Pontos de ajuste do orientador de rolhas

Os ajustes que são necessários realizar no orientador de rolhas são os seguintes:

- ajuste 1.1 – ajuste longitudinal do cilindro pneumático. Vai realizar o transporte da rolha desde a entrada do orientador até à zona de “leitura” da posição da rolha;
- ajuste 1.2 – regulação da altura do calcador. Permite, através da diferença de altura, saber em que topo está o chanfre da rolha;
- ajuste 1.3 – alteração da peça que permite a prensão da rolha quando esta necessita de inverter a posição. Existem peças para os diferentes calibres.

Os pontos de ajuste da máquina de marcar estão representados nas Figura 39, Figura 40 e Figura 41.

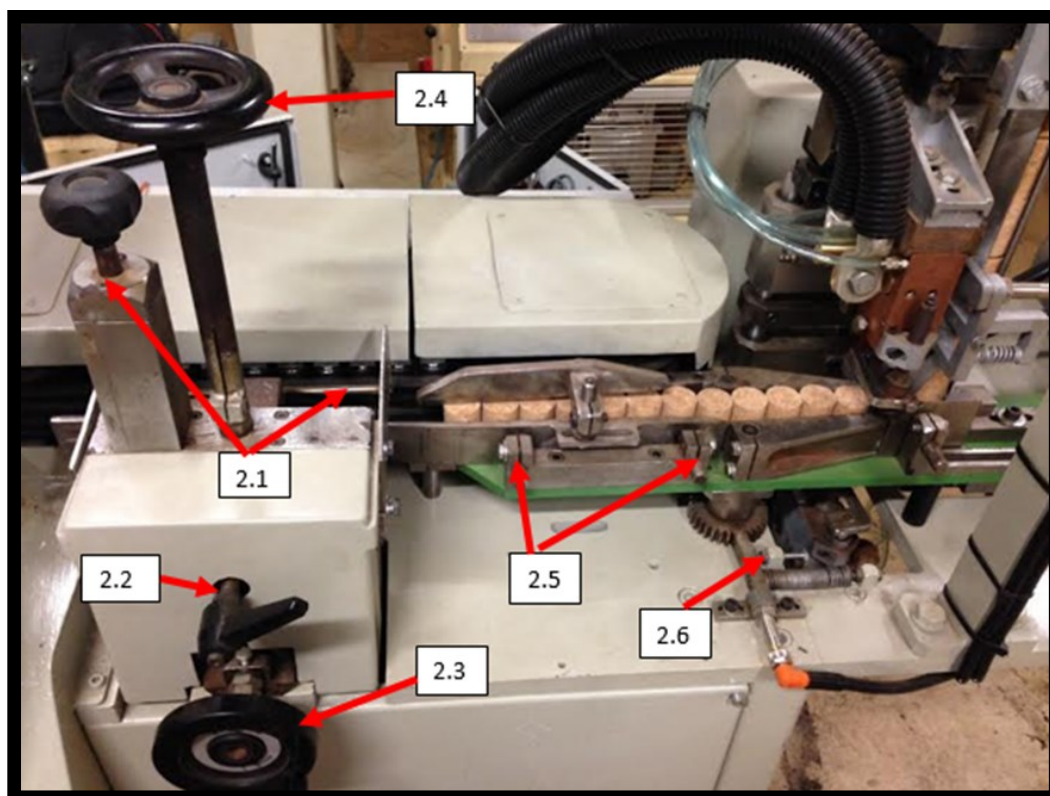


Figura 39 – Pontos de ajuste na máquina de marcar a superfície das rolhas (1)

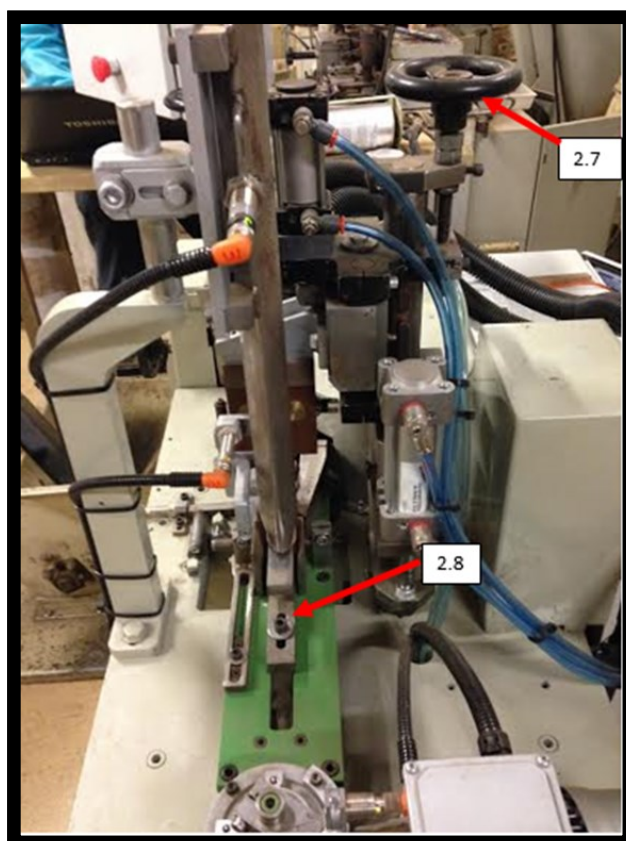


Figura 40 – Pontos de ajuste na máquina de marcar a superfície das rolhas (2)

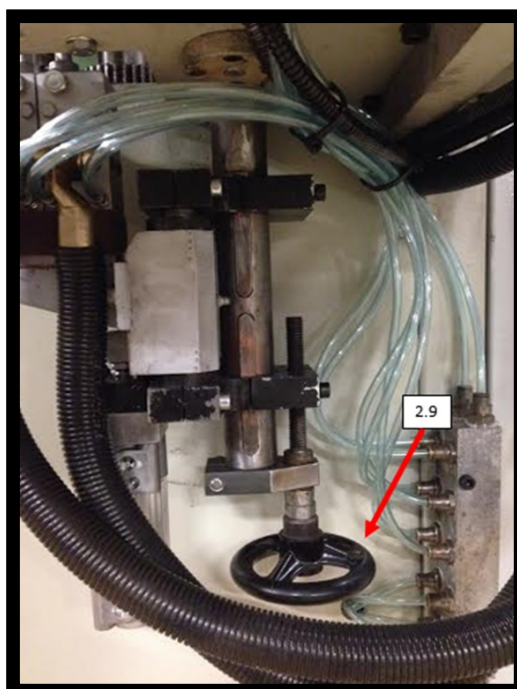


Figura 41 – Pontos de ajuste na máquina de marcar a superfície das rolhas (3)

Os ajustes que é necessário realizar na máquina de marcar rolhas são os descritos nos seguintes pontos:

- ajuste 2.1 – realização do ajuste do molde de marcação e ajuste da guia superior. O primeiro permite o bom apoio do molde à máquina, não permitindo que o molde se mova. A guia permite auxiliar o encaminhamento da rolha através do molde de marcação;
- ajuste 2.2 – este é o ponto que permite o bloqueio do bloco de marcação. A fixação deste ponto não permitirá ao bloco realizar movimentos longitudinais ou transversais.

Sempre que seja necessário realizar ajustes nos pontos 2.3 e 2.4 tem que se desapertar o bloco de marcação (assinalado no ponto 2.2). No fim das afinações dos pontos 2.3 e 2.4 é necessário realizar o seu aperto, permitindo assim o bloqueio do bloco de marcação;

- ajuste 2.3 – este ponto de ajuste vai permitir efetuar o avanço do bloco de marcação sobre a rolha, permitindo ajustar a pressão exercida do molde sobre a rolha;
- ajuste 2.4 – o ajuste da altura do molde perante a rolha é efetuado neste ponto. A regulação da posição da marca no corpo da rolha é pré-determinado pelo cliente e esta operação permite realizar um ajuste preciso;
- ajuste 2.5 – é necessário ajustar este ponto sempre que há uma variação do diâmetro da rolha a marcar, uma vez que é a guia que vai realizar o ajuste com a corrente de transporte;
- ajuste 2.6 – o ajuste neste ponto vai permitir o bom posicionamento e fixação para que a rolha possa ser marcada nos topos, tanto superior como inferior;
- ajuste 2.7 – o ajuste da altura do molde de marcação do topo superior é realizado neste ponto. Este ponto necessita de ajuste sempre que há alteração do tamanho da rolha ou do molde de marcação;

- ajuste 2.8 – sempre que há uma variação do diâmetro da rolha a marcar é necessário ajustar este ponto de ajuste, permitindo assim um correto posicionamento da rolha sobre os moldes de marcação dos topos superior e inferior;
- ajuste 2.9 – o ajuste neste ponto é similar ao ajuste referido em 2.7 só que neste caso é referente ao ajuste do molde de marcação do topo inferior da rolha.

4.1.1.2. IMPLEMENTAÇÃO DO ESTUDO DA MARCAÇÃO DA SUPERFÍCIE DAS ROLHAS

A análise realizada às máquinas de marcar a superfície das rolhas teve o intuito de analisar o tempo de *setup* destas máquinas para que estas possam processar outro produto diferente. Esta alteração implica os ajustes que são necessários realizar à máquina de marcar, ao circuito de alimentação, assim como ao orientador (no caso de ser necessário).

No estudo realizado foram considerados tempos parciais de várias operações, permitindo analisar com mais pormenor os pontos essenciais do processo. Foram considerados os tempos parciais das seguintes operações (Tabela 3):

- vazamento do circuito de alimentação da máquina e da própria máquina;
- substituição de moldes de marcação da superfície da rolha;
- ajuste do orientador e da máquina de marcar.

Tabela 3 – Descrição dos pontos de análise

Referência	Descrição
A	Vazamento do circuito de alimentação da máquina e da própria máquina.
B	Substituição de moldes de marcação da superfície da rolha
C	Ajuste do orientador e da máquina de marcar.

Análise 1 – parâmetros

Para efetuar o estudo dos tempos necessários a cada uma das operações, foi necessário encontrar a dimensão da amostra que fosse de encontro aos objetivos pretendidos.

O objetivo traçado para as análises realizadas foi obter níveis de confiança elevados, que permitissem sustentar os resultados obtidos. Assim, para o cálculo do número de amostras a considerar foi considerado:

- nível de confiança = 95 %;
- erro relativo = 5 %.

Para o cálculo do tamanho da amostra foram realizadas 6 medições das operações em causa, sendo os valores cronometrados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Dados relativos às primeiras seis observações

Observações	Máquina de marcar	Duração (s)	Calibre anterior (mm)	Calibre atual (mm)	Orientação	Alteração calibre	Alteração de marcar
1	9	1290	48,0x30,5	47,0x30,0	Sim	Sim	Sim
2	9	1258	47,0x29,0	46,0x30,5	Sim	Sim	Sim
3	9	1605	48,0x30,5	46,0x29,0	Sim	Sim	Sim
4	9	1635	42,0x26,5	46,0x30,5	Sim	Sim	Sim
5	9	1592	48,0x30,5	47,0x30,0	Sim	Sim	Sim
6	9	1456	46,0x29,0	48,0x30,5	Sim	Sim	Sim

Para o cálculo da dimensão da amostra foi utilizada a expressão (Silva, 2013):

$$n = \left(\frac{Zs}{A\bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

n = número de cronometragens a efetuar;

Z = valor da curva normal determinado para o valor do grau de confiança pretendido;

s = desvio padrão das observações já realizadas;

A = precisão pretendida para o resultado final;

\bar{x} = valor médio das observações já realizadas.

Assim, para o nível de confiança pretendido de 95 % o valor de Z é aferido da seguinte forma:

$$\left[1 - \left(\frac{1 - 0,99}{2} \right) \right] = 0,975 \quad (2)$$

Com a consulta da tabela de distribuição normal é possível correlacionar o valor obtido de 0,975 a um valor para Z:

- $Z = 1,96$.

A margem de erro pretendida neste estudo é de 5 %, assim:

- $A = 0,05$

Os restantes valores foram obtidos pelo tratamento de dados em folha de cálculo:

- desvio Padrão = 185,4;
- média = 1476.

Com todos os dados parcelares aferidos, o número de observações necessárias para que os valores do estudo permitam um grau de confiança de 95 % e um erro relativo de 5 % é de 20 observações.

$$n = \left(\frac{1,96 * 185,4}{0,05 * 1476} \right)^2 = 19,531 \rightarrow 20 \text{ observações} \quad (3)$$

No decorrer deste estudo foram considerados os seguintes pressupostos:

- foram realizadas vinte observações, sempre na mesma máquina (máquina de marcar 9);
- em todas as observações houve necessidade de alteração do molde de marcação e de ajuste da máquina para poder marcar rolhas com um calibre diferente;
- o tempo foi contabilizado desde a última rolha conforme do lote que estava a ser marcado até à primeira rolha conforme do lote seguinte.

A análise do conjunto de dados da Tabela 3, recolhidos nesta amostragem e resumidos na Tabela 5, demonstram que a tarefa de vazamento do sistema de transporte e da própria máquina é o elemento desta operação que mais tempo demora. Este mesmo elemento apresenta grande variação ao longo das observações realizadas, com o tempo máximo a atingir os 900 s e o mínimo a ser 548 s. O tempo médio total aferido foi de 1330 s, com uma variação máxima de 1604 s e mínima de 1062 s.

Tabela 5 – Resultados obtidos da análise 1

Análise 1	A	B	C	Total
Tempo médio (s)	754	242	334	1330
Tempo máximo (s)	900	420	502	1604
Tempo mínimo (s)	548	182	251	1062

4.1.2. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DAS ROLHAS

Após concluída a fase de marcação da superfície das rolhas, estas são direcionadas para as máquinas de tratamento. Existem cinco máquinas de tratamento, estando duas delas alocadas a rolhas para vinhos efervescentes e as restantes a rolhas para vinhos tranquilos.

Os tratamentos de superfície a realizar diferem de produto para produto, estando dependentes da família do produto, do calibre e, em casos particulares, por definições específicas do cliente.

A quantidade de rolhas em cada tratamento depende do seu calibre, podendo variar entre as 15 000 e as 35 000 rolhas por tratamento.

A gestão dos vários parâmetros do processo de tratamento é realizada no *software* de cada máquina, permitindo regular a quantidade de produto de tratamento de superfície a inserir, o tempo de mistura e a realização da descarga das rolhas pós tratamento de superfície.

4.1.2.1. AJUSTES NECESSÁRIOS

Na Figura 42 é possível verificar os pontos de ajuste necessários para cada novo tratamento de superfície, a saber:

- ajuste 3.1 – verificar se não ficou nenhuma rolha presa no tambor do tratamento anterior;
- ajuste 3.2 – escolher no *software* da máquina o programa desejado. Caso seja um tratamento específico, com parâmetros diferentes dos programas existentes, é permitida a inserção dos respetivos valores.

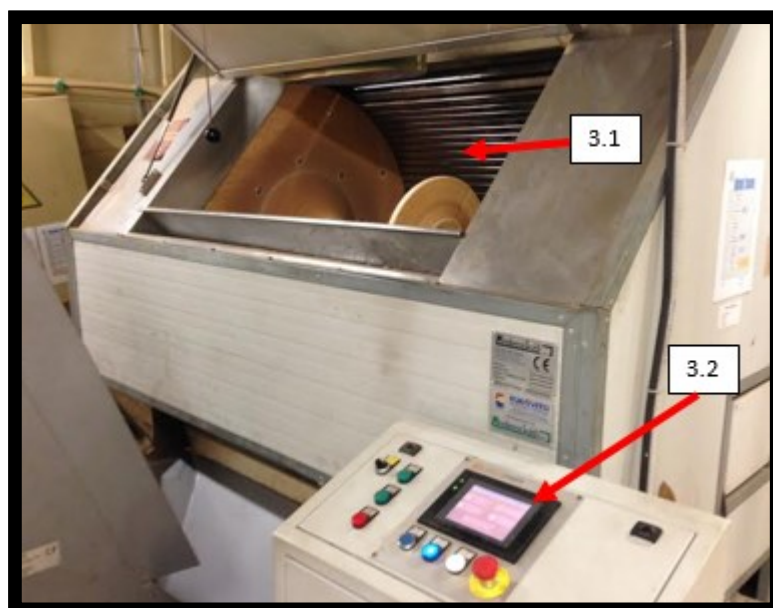


Figura 42 – Máquina de tratamento de superfície de rolhas

4.1.3. EMBALAMENTO / PALETIZAÇÃO

Com o término da etapa anterior as rolhas são direcionadas para a zona de embalagem, onde se dá início à terceira e última etapa desta secção. Esta etapa é responsável por realizar a última inspeção ao produto e garantir que o mesmo é embalado conforme os parâmetros definidos.

Esta fase da produção é composta por três processos complementares, assinalados na Figura 43 como primeira, segunda e terceira fase do processo. No primeiro é realizada a contagem unitária das rolhas, através de uma máquina de contar rolhas. O segundo processo é caracterizado pela inspeção visual das rolhas que vão ser embaladas, onde são retiradas as possíveis rolhas defeituosas que possam aparecer. O terceiro, e último processo, é composto pela selagem dos sacos de rolhas, a sua colocação em caixas de cartão e a respetiva paletização. À medida que o processo de paletização termina, as paletes são transportadas para o cais de carga, para o local pré determinado de espera de carregamento.

Todo o processo de embalagem e paletização é composto por duas linhas de produção iguais, em que operam (por turno) dois funcionários por linha. Um é responsável pela máquina de contar e pela inspeção visual e o outro pelo processo de selagem dos sacos e pela paletização.

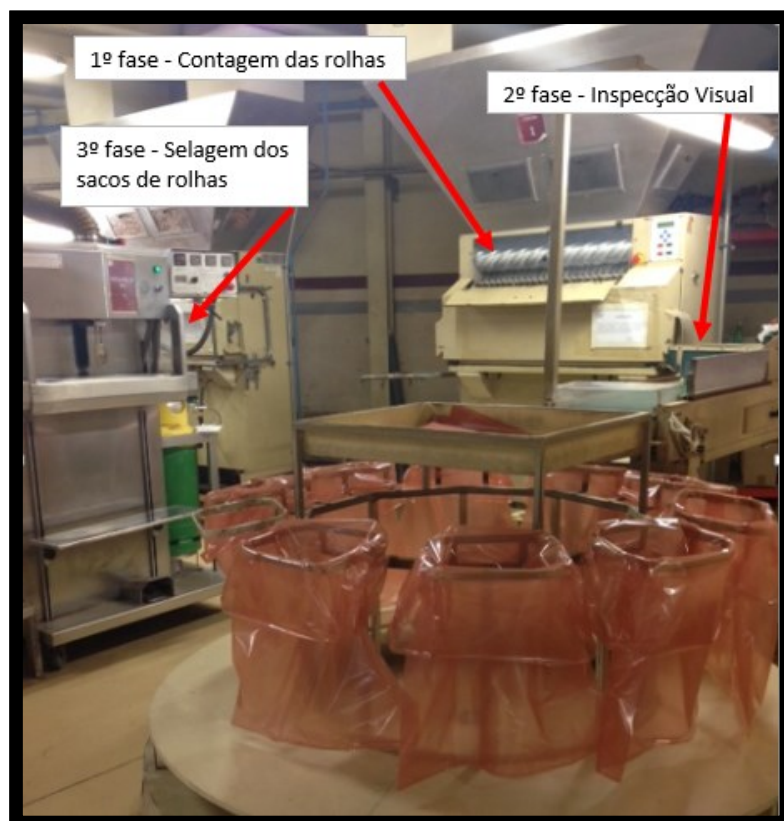


Figura 43 – As três fases do processo de embalagem / paletização

4.1.3.1. AJUSTES NECESSÁRIOS

Neste ponto do processo, os ajustes que são necessários realizar são os seguintes Figura 44:

- ajuste 4.1 – ajuste das calhas da máquina de contar para o diâmetro da rolha em processamento;
- ajuste 4.2 – programação na máquina de contar do número de rolhas por saco e do lote.

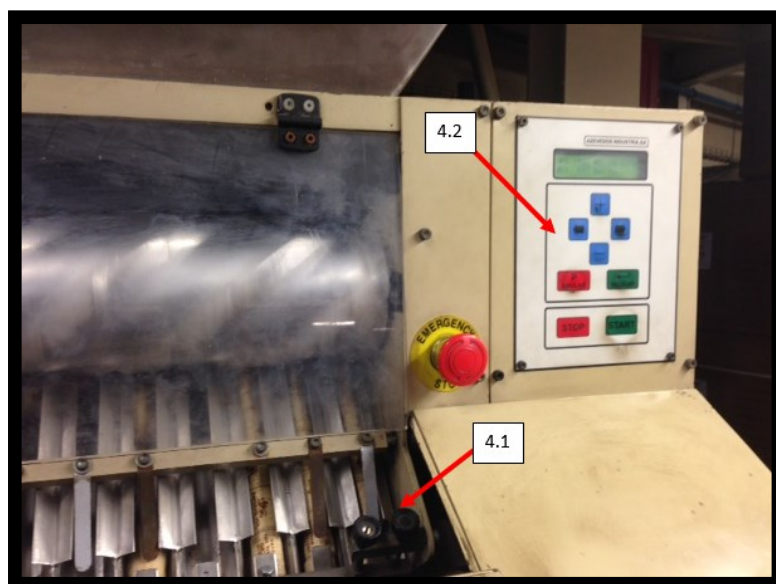


Figura 44 – Pontos de ajuste na máquina de contar rolhas

4.1.3.2. IMPLEMENTAÇÃO DO ESTUDO DO EMBALAMENTO E PALETIZAÇÃO DAS ROLHAS

Analise 2 - Parâmetros

O segundo estudo (análise 2) foi realizado à produtividade do processo de embalagem. Nesta análise foi contemplada a produtividade das duas linhas de embalagem (que se mostra na Tabela 6), assim como a percentagem de produtos não conformes retirados dos tapetes de inspeção visual durante o mesmo período (ver Tabela 7)

Tabela 6 – Dados relativos à produção das linhas de embalar

Semana	Rolhas embaladas (Linha 1)	Rolhas embaladas (Linha 2)	Média
Semana 27	7 000 400	7 100 000	7 050 200
Semana 28	7 150 000	6 830 000	6 990 000
Semana 29	7 209 000	6 895 200	7 052 100
Semana 30	6 955 000	7 145 000	7 050 000
Média/semana	7 078 600	6 992 550	7 035 575
Média/h	58 988	58 271	58 630

Tabela 7 – Dados relativos à análise dos produtos não conformes

Semana	Rolhas não conformes (Linha 1)	Rolhas não conformes (Linha 2)	Média	%
Semana 27	37 870	32 850	35 360	0,50
Semana 28	19 350	26 750	23 050	0,33
Semana 29	41 900	48 740	45 320	0,64
Semana 30	36 580	29 900	33 240	0,47
Média/semana	33 925	34 560	34 243	0,49
Média/h	283	288	285	0,49

Os produtos não conformes, que são retirados neste ponto do processo produtivo, são gerados pelos dois processos anteriores (marcação da superfície das rolhas e o tratamento de superfície), tendo em conta que todas as rolhas passam por uma inspeção visual antes de entrarem dentro desta secção. Logo, um possível aumento de produtividade pode ser alcançado pela melhoria do processo de marcação ou por alterações aos procedimentos realizados dentro do processo.

É de salientar que a análise do número de produtos não conformes é bastante importante devido à sua influência na produtividade, qualidade e nos custos.

Tendo em conta que os lotes de expedição não são sempre iguais, será considerado e analisado o tempo médio de embalamento por cada mil rolhas.

Análise 2.1 – parâmetros

No decorrer desta análise foram considerados os pressupostos seguintes:

- foram recolhidos os dados da produção das duas linhas de embalamento de rolhas, relativamente a quatro semanas completas de trabalho e com três turnos diários.

Análise 2.2 – parâmetros

Para esta análise foi considerado o seguinte pressuposto:

- os dados recolhidos são relativos ao número de rolhas não conformes retiradas do tapete de inspeção final das duas linhas de embalamento de rolhas, durante as mesmas quatro semanas consideradas nos dados da análise anterior

4.2. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Com os dados das análises realizadas é possível verificar o tempo despendido em cada um dos pontos considerados e estudar a intervenção a realizar de forma a melhorar o processo.

No que respeita à primeira análise os dados demonstram que a tarefa de vazamento do sistema de transporte e da própria máquina é o elemento desta operação que mais tempo demora. Este mesmo elemento apresenta grande variação ao longo das observações realizadas, com o tempo máximo a atingir os 900 s e o mínimo 548 s.

O motivo para que o vazamento seja tão demorado e com variações tão grandes, deve-se ao facto do processo de alimentação das máquinas ser realizado de forma “aleatória”. Este procedimento é realizado pelos operadores, que nem sempre verificam o nível de execução da encomenda quando efetuam o enchimento das moegas do sistema de alimentação de rolhas para as máquinas.

No segundo ponto da primeira análise, correspondente ao tempo de substituição dos moldes de marcação, verificou-se um tempo médio de 242 s. Nas observações realizadas foi possível identificar a razão para uma grande parte do tempo necessário para esta tarefa, o qual se prende com a dificuldade em encontrar o molde correto para a OF em causa. A junção de vários moldes de diversos clientes torna confusa e demorada a procura pelo molde correto, juntamente com a falta de arrumação dos moldes recentemente usados.

No que concerne ao último ponto da primeira análise, em que foi analisado o tempo necessário para efetuar o ajuste do orientador e da máquina de marcar, para que seja possível o processamento de uma rolha com calibre diferente, obteve-se um tempo médio de 334 s.

O tempo necessário à realização desta tarefa poderá ser otimizado caso os funcionários não necessitem de procurar as ferramentas necessárias para realizar os ajustes, tendo em conta que esta situação sucedeu em várias das observações realizadas. A organização das ferramentas, ou a simplificação da sua utilização, deve ser estudado de forma a simplificar processo.

A produtividade do processo de embalamento foi aferido através da segunda análise realizada, em que o foco foi a mensuração do número de rolhas processadas pelas duas linhas de embalamento e o aparecimento de produtos não conformes.

Os dados da análise realizada permitem verificar que o processo de embalagem tem um comportamento estável, com uma produção média de 58 630 rolhas/h por linha de embalagem. O número de produtos não conformes apresenta alguma variabilidade, podendo esta estar relacionada com os tipos de marcações realizadas e com a utilização de moldes mais complexos. Estes produtos representam, em média, 0,49 % da produção das linhas de embalagem.

A otimização do processo de embalagem pode ser melhorada com a alteração do procedimento de abastecimento das caixas de cartão, sacos plásticos e das paletes de madeira, uma vez que o seu armazenamento é efetuado fora da secção e num piso mais elevado, o que implica a utilização de empilhador para efetuar o seu abastecimento. Relativamente à diminuição dos produtos não conformes, a diferença poderá ser alcançada com um ajuste de procedimentos na fase de marcação da superfície das rolhas. A possível diminuição de produtos não conformes influenciará positivamente a produtividade da fase de embalagem, tendo em conta que com um produto com menores defeitos o tapete de inspeção visual poderá ser ligeiramente acelerado e aumentar assim a produtividade.

5. IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

No capítulo anterior foram identificados alguns pontos de melhoria que resultaram de uma análise pormenorizada que foi realizada ao processo produtivo. Após esta análise, e com o auxílio das ferramentas anteriormente identificadas, foram planeadas algumas intervenções que estão descritas abaixo.

5.1. PLANEAMENTO (*PLAN*)

O objetivo geral da intervenção é o melhoramento do fluxo produtivo, eliminando as ações que não acrescentam valor e a redução do número de defeitos criados. Para que o objetivo seja alcançado foi criado um plano de ação (Tabela 8), tendo em conta que é necessário o compromisso de todos os intervenientes no processo, e é necessário informar, formar e motivar toda a equipa para atingir o fim desejado.

Tabela 8 – Plano de intervenção

Plano de Ação	
a)	Informar todos os intervenientes do processo dos objetivos e alterações a efetuar.
b)	Melhorar a organização da sequência de trabalho.
c)	Motivar todos os intervenientes para uma melhoria.
d)	Registo e apresentação dos resultados alcançados a todos os intervenientes.
e)	Analisar os resultados.
f)	Gerar conclusões e propor novas medidas de melhoria.

Com base na análise realizada à secção Marcação foi possível identificar os seguintes pontos de possível melhoria, que são:

1. vazamento do circuito de alimentação da máquina de marcar as superfícies das rolhas;

Tempo não produtivo em que o operador não pode realizar qualquer ajuste na máquina, tendo em conta que a mesma está a trabalhar mas sem produção efetiva. O objetivo será reduzir este tempo de “trabalho interno” de forma a reduzir o tempo não produtivo.

2. substituição dos moldes de marcação das superfícies das rolhas;

Sendo esta uma tarefa de “trabalho interno” e não sendo possível alterá-la para um “trabalho externo”, devido à existência de perigo para o operador, é necessário que a mesma seja otimizada. No entanto, o procura do molde correto para a OF em causa deve ser sempre um “trabalho externo”, sendo este executado enquanto a máquina estiver a vazar as rolhas que ainda estão no circuito de alimentação.

3. ajuste do orientador de rolhas e da máquina de marcar;

Todos os ajustes no orientador e na máquina de marcar têm de ser realizados com as respetivas máquinas paradas. Sendo este também um trabalho interno, requer uma padronização dos procedimentos permitindo otimizar o processo.

4. diminuição do número de produtos produzidos com defeito;

Os produtos não conformes são maioritariamente provenientes de erros na marcação da superfície de rolhas. Os problemas podem ser devidos a algum encravamento momentâneo, abaixamento da temperatura do molde, resíduos acumulados de pó, desalinhamento do molde, entre outros.

O objetivo é que os operadores verifiquem periodicamente os produtos que estão a ser produzidos, procurando evitar que as máquinas estejam a produzir produtos não conformes durante demasiado tempo.

5. otimização do procedimento de abastecimento das caixas de cartão, sacos plásticos e das paletes de madeira;

O tempo despendido pelo operador para se abastecer dos produtos necessários ao processo de embalagem é o tempo em que o mesmo operador não está a ser produtivo. O objetivo é a otimização desta tarefa, permitindo assim que o operador esteja mais tempo alocado à tarefa produtiva.

5.2. IMPLEMENTAÇÃO (DO)

A primeira fase consistiu em reunir todos os intervenientes nesta fase do processo produtivo, tendo-se explicado os objetivos da intervenção, assim como efetuado uma descrição e explicação das modificações realizadas. Também foram apresentados e discutidos os dados obtidos durante a análise realizada, permitindo assim estabelecer metas de melhoria.

Após a apresentação dos objetivos foram definidas as tarefas de todos os operários, ficando assim registadas as tarefas e responsabilidades de cada um.

Antes de iniciar todo o processo, foi realizada uma ação de formação aos operadores para que o processo fosse o mais eficaz possível e uniforme ao longo dos turnos. Os slides utilizados na ação de formação representados no Anexo A.

As intervenções efetuadas têm por objetivo melhorar a produtividade e reduzir o número de rolhas produzidas com defeitos comparativamente com os dados obtidos no estudo realizado e apresentado no capítulo anterior.

5.2.1. PRIMEIRA ALTERAÇÃO EFETUADA

Começou-se por efetuar a organização do arquivo dos moldes de marcação. Com base na informação obtida no estudo realizado, constatou-se ser importante minimizar os tempos não produtivos, logo o tempo de procura dos moldes de marcação.

Foi criado um local dentro da secção em que foram colocadas as gavetas já existentes, mas agora de forma organizada (Figura 45). Estas mesmas gavetas foram todas codificadas (Figura 46) e registadas numa base de dados. Além da codificação das gavetas, estas foram agrupadas pela região/país a que corresponde o cliente. Assim passaram a existir nove grandes grupos de moldes, correspondentes a Portugal, Espanha, França, Itália, Rússia, Estados Unidos da América, Austrália, América do Sul e África do Sul.



Figura 45 – Armazenagem dos moldes de marcação



Figura 46 – Codificação das gavetas de armazenagem dos moldes de marcação

Com a criação da base de dados passou a ser possível relacionar molde, local de armazenagem, código e nome do cliente e sua origem. Através de uma folha de cálculo é possível filtrar a informação e saber exatamente em que local se encontra o molde pretendido, permitindo assim procurar um molde dentro de um conjunto de moldes diferentes.

A codificação existente foi deixada nas gavetas para ajudar na transição entre os dois métodos de trabalho, tentando assim criar uma transição suave entre metodologias.

5.2.2. SEGUNDA ALTERAÇÃO EFETUADA

Procedeu-se à substituição de alguns dos parafusos existentes na máquina número 9 por parafusos de aperto manual, permitindo assim que os ajustes necessários nesta máquina sejam realizados sem a necessidade de ferramentas (as alterações efetuadas podem ser vistas na Figura 47 e Figura 48). Neste caso específico, para se poder efetuar o ajuste destes quatro parafusos eram necessárias três ferramentas diferentes, tendo em conta que apenas dois dos quatro parafusos eram de tamanho e forma igual.

De frisar que esta alteração apenas foi permitida numa das máquinas de marcação da superfície das rolhas (máquina 9), ficando a sua implementação nas restantes para ser estudada posteriormente.

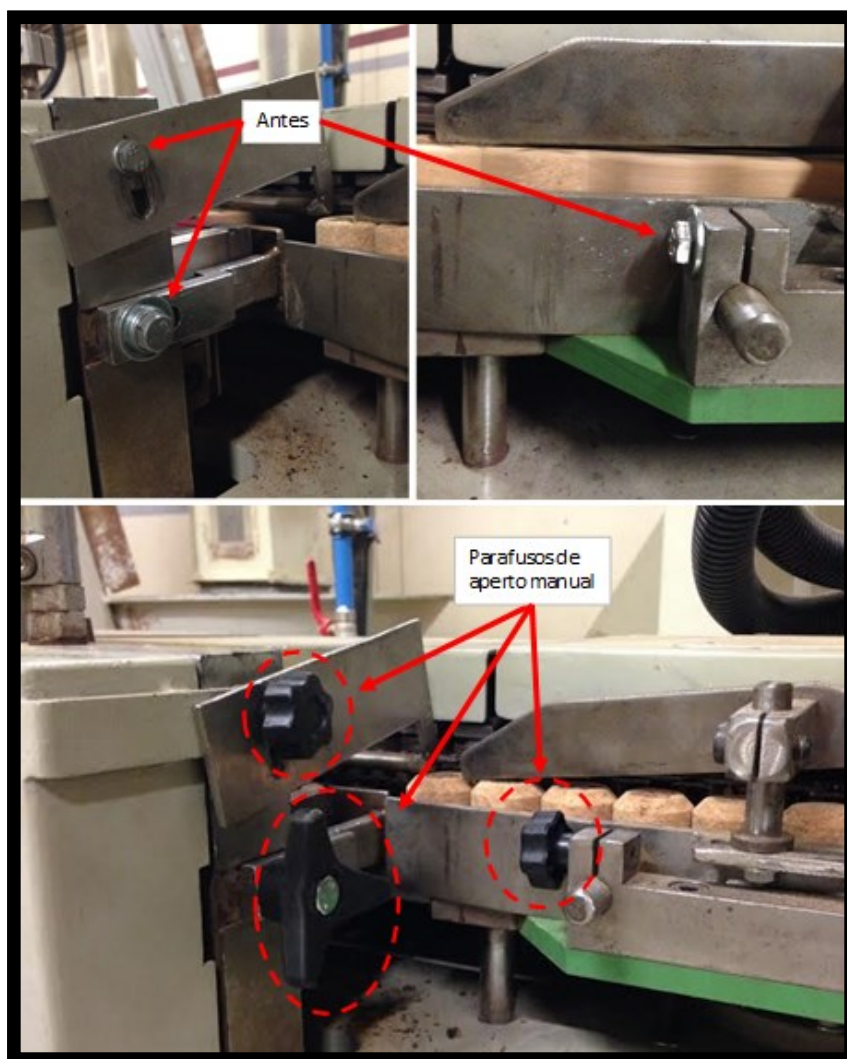


Figura 47 – Implementação de parafusos de aperto manual (1)

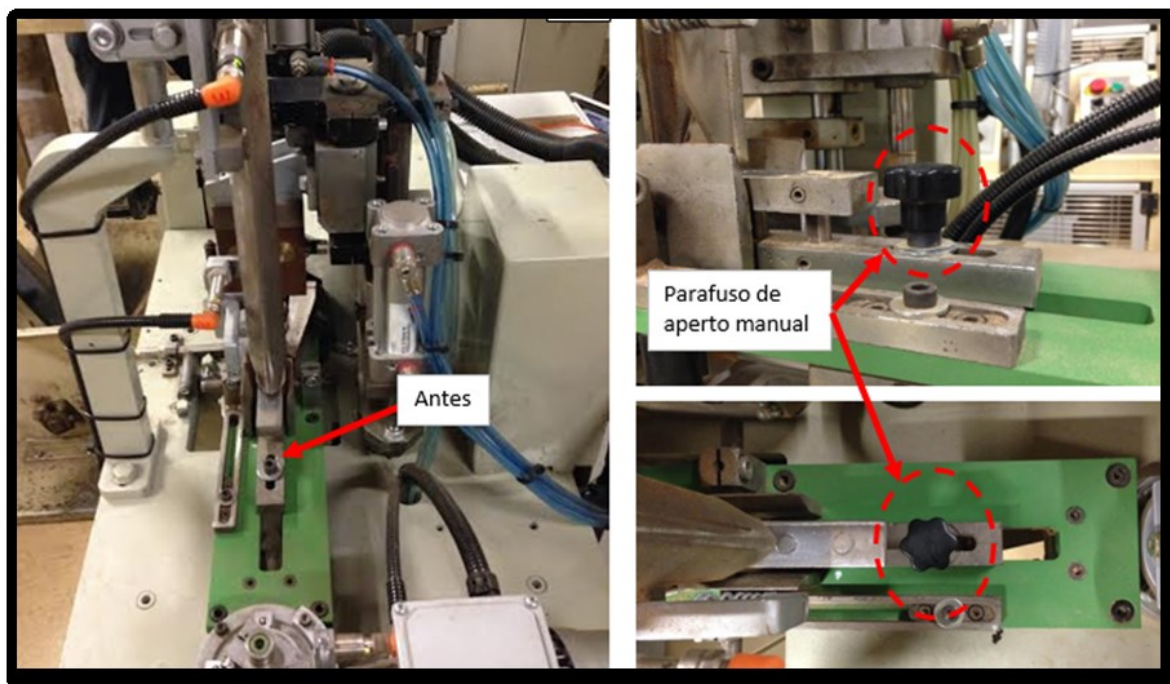


Figura 48 – Implementação de parafusos de aperto manual (2)

5.2.3. TERCEIRA ALTERAÇÃO EFETUADA

Procedeu-se à alteração do procedimento de alimentação das máquinas de marcar as superfícies das rolhas. O tempo de vazamento da máquina é um tempo não produtivo, logo deve ser minimizado ou eliminado.

Assim, no último lote de cada OF, o operador deve proceder à abertura do contentor de rolhas (contentor que vai permitir que as rolhas entrem no sistema de alimentação das máquinas) por várias vezes, isto é, deve-se evitar ter o contentor sempre completamente aberto. Este “doseamento” de fornecimento de rolhas para o sistema de alimentação da máquina permitirá reduzir substancialmente o número de rolhas a extrair do sistema após a conclusão da OF.

A maior dificuldade neste processo prende-se com o facto de que quando o operador está na plataforma superior para realizar a abertura do contentor, não conseguir visualizar o nível de enchimento do canal que conduz as rolhas à moega.

5.2.4. QUARTA ALTERAÇÃO EFETUADA

Uma outra alteração efetuada foi a organização das ferramentas do setor. Devido à desorganização das ferramentas e à dificuldade de as encontrar quando estas são precisas,

foram criados locais destinados a cada uma das ferramentas necessárias na secção. Foram também armazenadas na oficina, ou organizadas em locais específicos dentro da secção, as restantes ferramentas e peças cuja necessidade de utilização não é frequente.

5.2.5. QUINTA ALTERAÇÃO EFETUADA

Implementou-se a rotina de verificação periódica da produção das máquinas de marcar a superfície das rolhas. Um controlo mais eficaz da produção destas máquinas permitirá uma redução do número de defeitos produzidos. Este controlo permitirá um acompanhamento mais eficaz e evita que as máquinas produzam com defeitos.

O procedimento instalado foi que o operador deve fazer uma inspeção visual dos produtos que estão a ser processados em cada máquina de marcar, no mínimo a cada 15 min, permitindo assim uma verificação da qualidade do processo. Este procedimento permitirá detetar rapidamente alguma anomalia no processo e corrigi-lo.

Como a produção das máquinas de marcar a superfície das rolhas varia entre 7000 a 10 000 rolhas/h, uma inspeção visual dos produtos processados a cada 15 min permitirá realizar um controlo visual a cada 1750 / 2500 rolhas.

5.2.6. SEXTA ALTERAÇÃO EFETUADA

Implementou-se uma alteração dos procedimentos efetuados e do posicionamento dos materiais de apoio à zona de embalamento. Para otimizar o processo de embalamento foi estabelecido um novo procedimento, melhorando assim a execução desta fase do processo.

Cada linha de embalamento tem dois operadores por turno, um que realiza a inspeção visual e o outro que efetua a selagem dos sacos e a sua paletização. Com esta alteração os dois operadores terão tarefas bem definidas, permitindo a melhoria do processo de acordo com:

1. Operador 1 é responsável por:
 - a) inspeção visual das rolhas;
 - b) alimentação das máquinas de contar.
2. Operador 2 é responsável por:
 - a) selagem dos sacos e sua paletização;

- b) montagem das caixas de cartão e posicionamento das paletes;
- c) armazenamento dos produtos embalados.

5.2.7. SÉTIMA ALTERAÇÃO EFETUADA

Procedeu-se à criação de um *stock* intermédio de caixas de cartão, paletes de madeira e sacos plásticos, necessário à produção de dois turnos. De forma a minimizar as deslocações realizadas e permitir aumentar o tempo efetivo de produção, o abastecimento do *stock* intermédio fica ao encargo da chefia de secção. Assim, a chefia de secção é responsável por:

- a) organização e gestão da informação transmitida por parte do departamento de gestão da produção, assim como pelo controlo da execução das OF;
- b) controlo da correta realização dos procedimentos definidos;
- c) abastecimento de caixas de cartão, paletes de madeira e sacos plásticos à zona de embalamento.

Para a definição de espaço necessário e do número de abastecimentos necessários a efetuar foram considerados os seguintes pressupostos e realizados os seguintes cálculos:

- cada palete de caixas de cartão contém 80 caixas;
- uma caixa de cartão permite embalar entre 3500 a 7500 rolhas, dependendo das suas dimensões;
- cada palete de madeira é composta por, no máximo, 16 caixas de cartão.

Partindo do pressuposto mais desfavorável de maior consumo, considerou-se uma caixa por palete de madeira, 3500 rolhas por caixa de cartão e 500 rolhas por saco plástico. Sabendo que a produção média desta fase é de aproximadamente 58 630 rolhas/h, da equação (2) conclui-se que irão ser necessárias 134 caixas por turno (equação (5)):

$$58\,630 * 8 \text{ horas} = 469\,040 \text{ rolhas/turno} \quad (4)$$

$$\frac{469\,040 \text{ rolhas/turno}}{3500 \text{ rolhas/caixa}} = 134,01 \approx 134 \text{ caixas/turno} \quad (5)$$

Se cada paleta tem 80 caixas de cartão, no pior dos cenários será necessário ter disponíveis duas paletes de caixas de cartão por turno, como se demonstra na equação (6).

$$\frac{134 \text{ caixas/turno}}{80 \text{ caixas/paleta}} = 1,675 \text{ paletes/turno} \approx 2 \text{ paletes/turno} \quad (6)$$

Assim, será necessário providenciar, no máximo, duas paletes de caixas de cartão no início de cada turno. Tendo em conta que as duas paletes não serão totalmente utilizadas no turno, terá de ser considerado um espaço físico para que as restantes caixas não utilizadas não interfiram com o abastecimento que é necessário realizar para o turno seguinte.

O abastecimento de sacos plásticos é realizado de forma diferente do utilizado para as caixas de cartão. Como o consumo de sacos de plástico é relativamente grande, a estratégia de abastecimento foi adaptada à necessidade e à especificação do próprio produto. O consumo de sacos plásticos pode variar dependendo da dimensão da rolha a embalar, que vai desde as 500 rolhas por saco (para os calibres maiores), até 1500 rolhas / saco, para as rolhas com dimensões mais pequenas.

Os sacos plásticos são entregues pelo fornecedor em paletes de 1000 kg, as quais contêm 100 embalagens de 10 kg de sacos plásticos. O peso médio aferido de cada saco plástico para rolhas é de 80 g, logo cada paleta de sacos plástico tem aproximadamente 12 500 sacos plásticos.

Continuando com o pressuposto de maior consumo, considerando 500 rolhas por saco e para uma produção média de 469 040 rolhas/turno:

$$\frac{469\,040 \text{ rolhas/turno}}{500 \text{ rolhas/saco}} = 938,08 \text{ sacos/turno} \quad (7)$$

$$0,08 \text{ kg/saco} * 938,08 \text{ sacos/turno} = 75,046 \text{ kg/turno} \quad (8)$$

$$75,046 \text{ kg/turno} * 3 \text{ turnos/dia} * 5 \text{ dias/semana} = 1\,125,7 \text{ kg/semana} \quad (9)$$

Partindo novamente do pressuposto de maior produção, uma paleta de sacos não é suficiente para a produção total de uma semana. No entanto, tendo em conta que nem todos os produtos são embalados a 500 rolhas por saco, há uma grande probabilidade de uma paleta de 1000 kg de sacos ser suficiente para uma semana de trabalho.

Para evitar movimentações desnecessárias, a pessoa responsável por abastecer os produtos consumíveis da zona de embalamento tem de realizar uma verificação da quantidade de lotes (10 kg) de sacos ainda em *stock*. Esta verificação será sempre realizada no final do primeiro turno do quinto dia da semana de trabalho e deve assegurar que nessa altura ainda se encontram disponíveis, no mínimo, 15 lotes de sacos. Caso esta condição não se verifique, deve proceder à reposição do número suficiente de lotes para perfazer os 15 lotes. No primeiro dia da semana de trabalho o responsável da secção da marcação deve realizar o abastecimento de uma paleta completa de sacos plásticos.

Relativamente ao abastecimento de paletes de madeira o processo decorre de forma diferente da utilizada nos produtos anteriormente referidos. Tendo em conta que nem todas as encomendas necessitam de levar 16 caixas por paleta de madeira, e a quantificação dessas mesmas encomendas não é um processo preciso, o abastecimento será realizado com base num *stock* mínimo. Assim, sempre que o *stock* de paletes de madeira atinja as 7 paletes o responsável na secção da marcação pelo abastecimento deve ser alertado e deve proceder à reposição de 30 unidades.

Partindo do mesmo pressuposto, para uma caixa de cartão que transporte 3500 rolhas numa paleta de madeira, o *stock* mínimo aferido permite uma folga temporal de:

$$3500 \frac{\text{rolhas}}{\text{caixa}} * 7 \text{ paletes} = 24\,500 \text{ rolhas} \quad (10)$$

$$\frac{24\,500 \text{ rolhas}}{58\,630 \text{ rolhas/h}} = 0,418 \text{ h} \approx 25 \text{ min} \quad (11)$$

Com 7 paletes de madeira como *stock* mínimo, o abastecimento deve demorar menos de 25 min de forma a garantir com certeza que o processo de embalamento não necessita de parar por falta de paletes de madeira.

A última alteração de todo o processo foi a criação de um local onde fosse possível armazenar pequenas quantidades dos produtos necessários à zona de embalagem, representada com o número cinco na Figura 49. Este local permite que os operadores da linha de embalagem se abasteçam rapidamente dos produtos necessários, com menos de metade da distância a percorrer e sem o uso do empilhador, o que anteriormente era necessário devido ao armazenamento dos produtos ser num patamar superior.

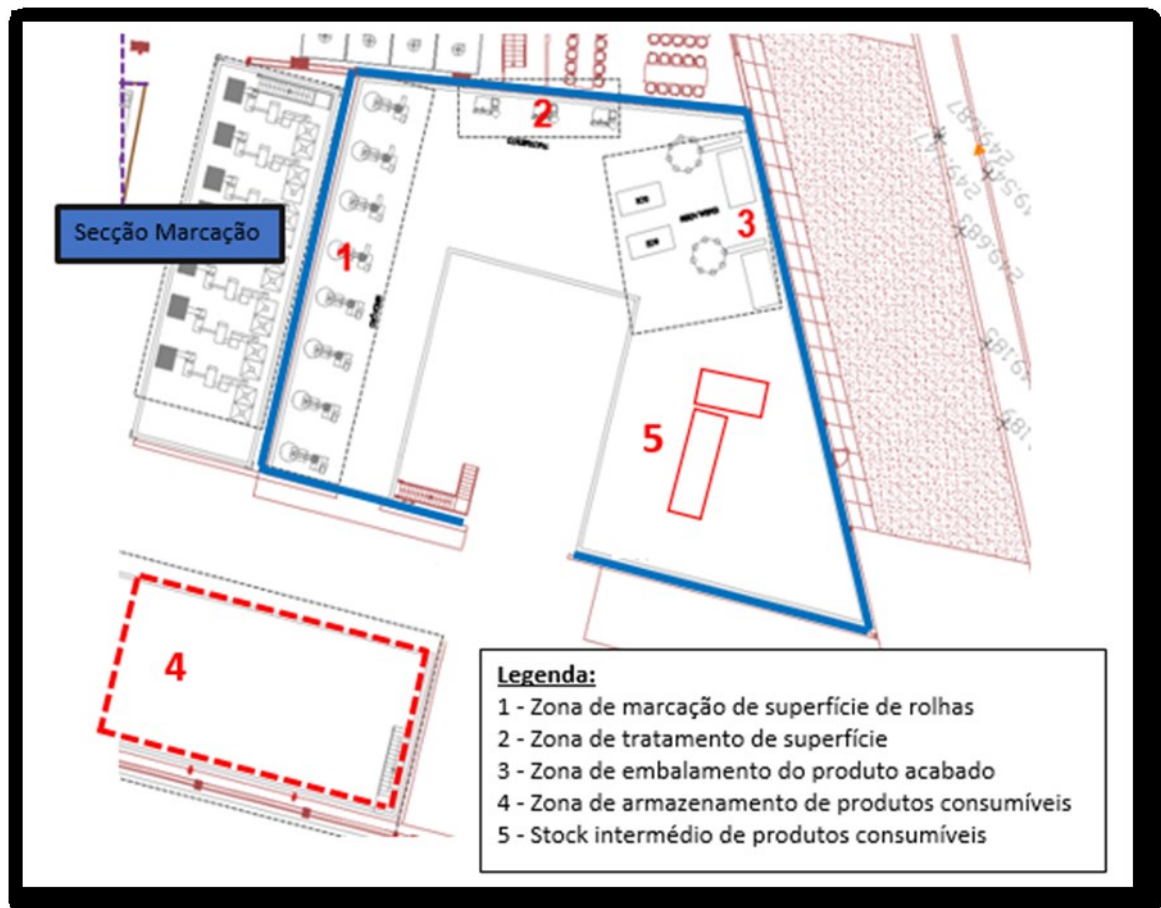


Figura 49 – Localização do *stock* intermédio de produtos consumíveis

5.3. VERIFICAÇÃO (*CHECK*)

Depois de implementar as melhorias planeadas, foi realizada uma análise dos resultados obtidos (Tabela 9). A análise realizada pretende recolher os resultados de desempenho das melhorias propostas e implementadas e compará-las com a situação inicial.

Tabela 9 – Resultados obtidos após a implementação de melhorias – Marcação da superfície das rolhas

Referência	Descrição
A	Vazamento do circuito de alimentação da máquina e da própria máquina.
B	Substituição de moldes de marcação da superfície da rolha
C	Ajuste do orientador e da máquina de marcar.

Análise A.2	A	B	C	Total
Tempo médio (s)	605	165	255	1026

Tempo máximo (s)	741	199	306
Tempo mínimo (s)	605	165	255

Analisando os dados apresentados na Tabela 10 é possível verificar as melhorias obtidas nos três subprocessos estudados. Os valores médios obtidos após a implementação das alterações ao processo foram melhores do que os mensurados antes da implementação das melhorias.

Tabela 10 – Comparação dos resultados obtidos após a implementação de melhorias – Marcação da superfície das rolhas

Referência	Descrição	Antes (s)	Após (s)	Melhoria (%)
A	Vazamento do circuito de alimentação da máquina e da própria máquina	754	605	19,80
B	Substituição de moldes de marcação da superfície da rolha	242	165	31,86
C	Ajuste do orientador e da máquina de marcar	334	255	23,68
A/B/C	Tempo total	1330	1025	22,96

A maior melhoria obtida foi no processo de substituição dos moldes de marcação, com a substituição dos parafusos convencionais pelos parafusos de aperto manual e com a organização da armazenagem dos moldes de marcação. Os parafusos de aperto manual e a organização das ferramentas permitiram ainda a simplificação do processo de ajuste da máquina de marcar e do orientador.

O novo procedimento de vazamento do sistema de alimentação do orientador e da própria máquina de marcar teve um impacto positivo, com uma redução de 19,8 % do tempo médio necessário.

O grupo de alterações referidas anteriormente levou a uma redução temporal média global de 23 %, permitindo assim a redução do tempo de resposta à OF emitida.

As alterações implementadas no processo de embalagem das rolhas conduziram a resultados mais modestos comparativamente com os resultados obtidos no processo de marcação da sua superfície (Tabela 11). Neste processo a produção teve uma melhoria de 1,7 % no número de rolhas embaladas, correspondendo em média a 971 rolhas/h (Tabela 12).

Tabela 11 – Resultados obtidos após a implementação de melhorias – Embalamento de rolhas

Semana	Nº de rolhas embaladas	Semana	Nº de rolhas não conformes	%
Semana 45	7 105 000	Semana 45	45 250	0,64
Semana 46	7 153 500	Semana 46	33 200	0,46
Semana 47	7 164 000	Semana 47	22 150	0,31
Semana 48	7 186 000	Semana 48	31 500	0,44
Média/semana	7 152 125	Média/semana	33 025	0,46
Média/h	59 601	Média/h	275	0,46

Tabela 12 – Comparação dos resultados obtidos após a implementação de melhorias – Embalamento de rolhas

Referência	Descrição	Antes (rolhas/h)	Após (rolhas/h)	Melhoria (%)
D	Número de rolhas embaladas por hora	58 630	59 601	1,7
E	Número de rolhas não conformes	285	275	3,6

No que diz respeito ao número de rolhas não conformes produzidas, o resultado foi uma redução de 3,6 %, demonstrando assim que as medidas tiveram um efeito positivo e que foi possível reduzir o número de produtos não conformes produzidos.

5.4. CONSOLIDAÇÃO DAS MELHORIAS IMPLEMENTADAS (*ACT*)

Com os resultados alcançados, é importante criar condições para que estes possam ser replicáveis todos os dias. Os instrumentos de controlo, informação e formação dos colaboradores são mecanismos que devem ser controlados e continuados, não se devendo correr o risco de se perderem os ganhos alcançados e voltar-se à situação inicial.

O envolvimento de todos (colaboradores, responsável de sector e departamento de gestão/engenharia) é fundamental para que o trabalho continue a ser realizado dentro dos parâmetros estabelecidos e para criar condições de evolução, isto é, para o surgimento de novas ideias e melhorias que possam favorecer qualquer aspeto do processo produtivo.

A padronização das melhorias implementadas é o ponto crucial para o desenvolvimento futuro, sendo este o ponto-chave para que haja possibilidade de evolução. De forma a padronizar as melhorias alcançadas, foram implementados os seguintes pontos com objetivo de fixar estas melhorias ao processo existente.

- Folha com os registos das produções:
 - esta folha, colocada no início da semana no painel de informações do sector, contém a produção das últimas quatro semanas e ainda o valor médio aferido no estudo efetuado após a implementação das melhorias;
 - os dados apresentados serão o número de rolhas embaladas e o número de rolhas não conformes.
- Reuniões semanais:
 - o responsável de secção deve realizar uma pequena reunião semanal com os colaboradores na qual lhes deve transmitir os objetivos da semana em curso e efetuar a análise dos registos de produção;
 - sempre que for oportuno devem estar presentes os responsáveis do departamento de gestão da produção;
 - as reuniões não devem exceder 10 min.
- Folha de controlo de arrumação:
 - em todas as secções desta unidade existe uma capa onde é registado todo o tipo de avarias, e a esta mesma capa foi anexada uma folha para proceder ao controlo da arrumação. Um responsável por cada turno deve realizar uma inspeção rápida da secção e verificar se a mesma está organizada e arrumada no início do seu turno. Caso esteja tudo organizado o mesmo deve rubricar a

ficha de conformidade, garantindo assim que no início do seu turno tudo estava organizado e deve garantir que no final também deverá estar;

- no caso de surgir algum incumprimento o operário deve registar a não conformidade, a qual deve ser comunicada à chefia. O responsável de turno deve proceder à comunicação da não conformidade ao turno em causa;
- o objetivo desta medida prende-se com o responsabilizar os operários pela arrumação e evitar que os mesmos se desculpem dizendo que a desarrumação já existia quando chegaram.

Os pontos acima definidos permitiram padronizar a melhoria alcançada do processo e criar os alicerces para futuras melhorias. Será essencial o acompanhamento deste processo de verificação e constante motivação da equipa de trabalho, mantendo como objetivo a melhoria contínua.

6. CONCLUSÕES

Esta Tese tinha como principais objetivos o aumento de produtividade, a diminuição de produtos não conformes e a diminuição do tempo de resposta aos clientes. Para atingir os objetivos propostos foram utilizadas algumas das ferramentas *Lean Manufacturing*.

Numa primeira fase foi realizada uma análise do fluxo e do processo produtivo da empresa, permitindo assim contextualizar e enquadrar o estudo realizado.

A segunda fase do estudo foi focada na secção de Marcação, tendo o seu processo produtivo sido alvo de uma análise detalhada de forma a poder-se intervir e melhorar o processo. Nesta fase foi mensurado o tempo médio necessário para realizar o *setup* à máquina de marcação, incluindo o vazamento do circuito de alimentação, a troca do molde de marcação e o *setup* da máquina de marcação e do orientador de rolhas.

O tempo médio aferido foi de 1330 s, com um valor máximo de 1604 s e mínimo de 1062 s. Esta análise permitiu identificar as ações que não acrescentavam valor ao processo e identificar as razões para o tempo aferido no *setup* da linha produtiva.

A fase seguinte do estudo permitiu analisar em pormenor a fase de embalamento existente na secção e o número de produtos não conformes. Foi analisada a produção do processo de embalamento durante quatro semanas, tendo-se verificado uma produção média por linha de 7 035 575 rolhas por semana. Neste mesmo período temporal foi registado uma média de 34 243 rolhas não conformes, o equivalente a 0,49 % da produção das linhas de embalamento.

Após o estudo e implementação das medidas de melhoria, o processo foi novamente analisado de forma a obter dados que permitissem comparar e avaliar o resultado destas medidas. O valor obtido para o tempo médio necessário para o *setup* da máquina de marcar foi de 1025 s, refletindo uma melhoria de 23 %.

Relativamente às melhorias atingidas no processo de embalamento, a melhoria obtida foi de 1,7 % no número de rolhas processadas e com uma redução do número de defeitos de 3,6 %.

In loco foi notório que as alterações efetuadas causaram algum desconforto temporário aos funcionários. No entanto, após algum tempo de habituação e entrosamento com a orientação pretendida, o desconforto inicial desvaneceu-se.

Embora não haja registo de alterações de procedimentos efetuados nesta ou noutras secções, pensa-se que o exemplo do trabalho executado nesta secção possa abrir portas a novos melhoramentos dentro do setor e que também se possa alastrar às restantes secções.

Referências Documentais

- (Art of Lean, 2014) **ART OF LEAN INC.** Art of Lean [Online]. - 06 de Maio de 2014. -
http://www.artoflean.com/files/Basic_TPS_Handbook_v1.pdf.
- (Chiarini, 2013) **CHIARINI**, Andrea. Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office [Livro]. - Bolonha, Itália: Springer, 2013.
- (Coimbra, 2009) **COIMBRA**, Euclides A. Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains [Livro]. - [s.l.]: Kaizen Institute, 2009.
- (Henry, 2013) **HENRY**, John R. Achieving Lean Changeover - Putting SMED to work [Livro]. - [s.l.]: CRC Press, 2013.
- (Hirano, 2009) **HIRANO**, Hiroyuki. JIT Implementation Manual - Waste and the 5S's [Livro]. - [s.l.]: CRC Press, 2009. Vol.2
- (Liker, *et al.*, 2007) **LIKER**, Jeffrey K. e Meier David P. Toyota Talent [Livro]. - [s.l.]: McGraw-Hill, 2007.
- (Liker, *et al.*, 2006) **LIKER**, Jeffrey K. e Meier David. The Toyota Way Fieldbook [Livro]. - [s.l.]: McGraw-Hill, 2006.
- (Oribe, 2009) **ORIBE**, Claudemir Y. <http://www.qualypro.com.br/> [Online] // PDCA: origem, conceitos e variantes dessa idéia de 70 anos. - 07 de 04 de 2009. - 22 de Outubro de 2014. -
<http://www.qualypro.com.br/artigos/pdca-origem-conceitos-e-variantes-dessa-ideia-de-70-anos>.
- (Pinto, 2014) **PINTO**, João Paulo. Pensamento Lean [Livro]. - Lisboa: Lidel, 2014.
- (Shingo, 1985) **SHINGO**, Shigeo. A Revolution in Manufacturing: The SMED System [Livro]. - Cambridge: Productivity, Inc, 1985.

- (Silva, 2013) **SILVA**, Manuel. Apontamentos da disciplina de Estudo Tempos e Métodos - A medida do trabalho [Relatório]. - 2013.
- (The Thomson Corporation, 2006) The Thomson Corporation. Encyclopedia of Management [Livro]. - Farmington Hills; Estados Unidos da América: Marilyn M. Helms, 2006.
- (Wiki, 2014) Wikipédia [Online]. - 13 de Setembro de 2014. - <http://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>.

Anexo A. – Slides da formação efetuada

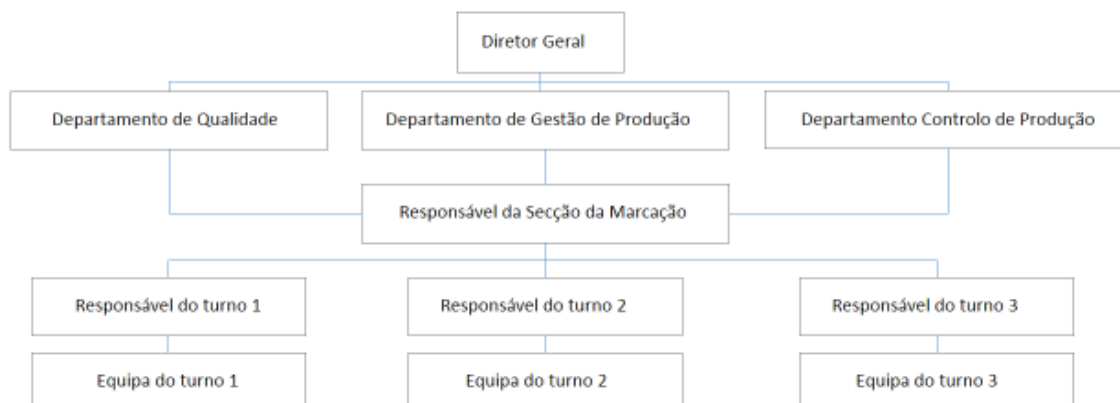


Pietec – Melhoria Continua Tarefas e Processos

Fiães, 5 de Outubro 2014

Equipa de Gestão

Unidade Pietec – Marcação



Marcação

Responsabilidades do chefe de secção

É responsável por..	É chamado a..
<ul style="list-style-type: none">• Garantir o bom funcionamento da sua secção• Assegurar que as normas em vigor para a unidade Pietec são implementadas e cumpridas na sua secção<ul style="list-style-type: none">• Normas de higiene, saúde e segurança• Outras normas da unidade• Ser o porta-voz e responsável da sua secção perante a direcção da Pietec.	<ul style="list-style-type: none">• Responder pelo bom funcionamento e produtividade da secção, e pelo contributo da mesma para toda a unidade• Participar em reuniões mensais com a direcção, cobrindo uma análise rápida de:<ul style="list-style-type: none">• Produção e produtividade alcançada na secção• Organização, limpeza e higiene, saúde e segurança• Qualidade do trabalho e dos resultados obtidos• Acompanhamentos e responsabilização dos objectivos definidos• Reportar à direcção<ul style="list-style-type: none">• Quaisquer problemas existentes e ocorrências• Melhorias e soluções a considerar

Marcação

Responsabilidades do chefe de turno

É responsável por..	É chamado a..
<ul style="list-style-type: none">• Garantir o bom funcionamento da sua secção durante o seu turno• Assegurar que as normas em vigor para a unidade Pietec são implementadas e cumpridas durante o seu turno<ul style="list-style-type: none">• Normas de higiene, saúde e segurança• Outras normas da unidade• Ser o porta-voz e responsável do seu turno perante o chefe de secção e da direcção da Pietec.	<ul style="list-style-type: none">• Responder pelo bom funcionamento e produtividade da secção, e pelo contributo da mesma para toda a unidade• Participar, sempre que necessário, em reuniões com a chefia de secção e a direcção, cobrindo uma análise rápida de:<ul style="list-style-type: none">• Produção e produtividade alcançada na secção• Organização, limpeza e higiene, saúde e segurança• Qualidade do trabalho e dos resultados obtidos• Acompanhamentos e responsabilização dos objectivos definidos• Reportar ao chefe de secção<ul style="list-style-type: none">• Quaisquer problemas existentes e ocorrências• Melhorias e soluções a considerar

Marcação

Responsabilidades de todos os funcionários

São responsáveis por..
<ul style="list-style-type: none">Cumprir que as normas em vigor para a unidade Pietec são implementadas e cumpridas durante o seu turno<ul style="list-style-type: none">Normas de higiene, saúde e segurançaOutras normas da unidadeRespeitar e tratar com civilidade e lealdade a entidade patronal, os superiores hierárquicos e os companheiros de trabalhoVelar pela conservação e boa utilização dos bens relacionados com o seu trabalho, que lhe foram confiados pela entidade patronal;Reportar<ul style="list-style-type: none">Quaisquer problemas existentes e ocorrênciasMelhorias e soluções a considerar

Marcação

Melhorias a implementar

1) Organização dos moldes de marcação

As gavetas de armazenamento dos moldes tem nova codificação.



Região / País	Códigos Gavetas
Portugal	E01 a E36
Espanha	F01 a F54
França	G01 a G54
Itália	H01 a H54
Rússia	I01 a I36
Estados Unidos da América	J01 a J54
Austrália	K01 a K36
África do Sul	L01 a L36
América do Sul	M01 a M54
Outros	N01 a N54

Marcação

Melhorias a implementar

1) Organização dos moldes de marcação

Pesquisa da localização da gaveta de armazenamento do molde através da folha de calculo.

Ambiente de trabalho

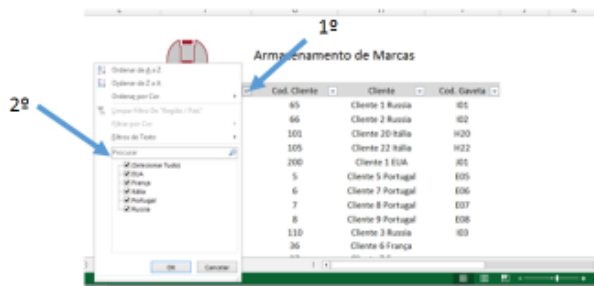
Pasta – “Arquivo Marcas”

→ Clicar nos filtros da tabela

→ Iniciar a pesquisa

É possível pesquisar por:

- Região/País
- Cod. Interno do cliente
- Nome do cliente



Marcação

Melhorias a implementar

1) Arrumação dos moldes de marcação

- Após a substituição dos moldes de marcação e de todo o equipamento estiver em funcionamento, os moldes que foram retirados das máquinas devem de ser armazenados no espaço para eles previsto.
- Caso se detete que o molde tem alguma imperfeição ou está demasiado gasto, deve-se informar o superior hierárquico para que o mesmo seja retificado ou substituído. Neste caso o molde não deve ser armazenado, mas sim entregue ao chefe de turno.

Marcação

Melhorias a implementar

2) Verificação do bom funcionamento das máquinas de marcar

Objetivo: Redução do numero de rolhas mal marcadas.

1. Inspeção visual da produção de cada máquina de marcar a cada 15 minutos.
2. O responsável deve percorrer todas as máquinas, fazendo uma análise rápida à qualidade da marcação que está a efetuar.

3) Organização das ferramentas do setor

Objetivo: Redução no tempo de procura de ferramentas.

1. Arrumação das ferramentas nos locais a elas destinadas é obrigatória a todos as que usam.

Marcação

Melhorias a implementar

4) Ajuste nos procedimentos de trabalho na zona da embalagem

Objetivo: Aumento de produtividade

1. Operador 1, responsável por:
 - a) Inspeção visual;
 - b) alimentação e afinação das máquinas de contar;
2. Operador 2, responsável por:
 - a) Selagem dos sacos e sua paletização;
 - b) montagem das caixas de cartão e posicionamento das paletes;
 - c) armazenamento dos produtos embalados;

Marcação

Melhorias a implementar

4) Ajuste nos procedimentos de trabalho na zona da embalagem

Objetivo: Aumento de produtividade

3. Chefe de turno, responsável por realizar o abastecimento de caixas de cartão, paletes de madeira e sacos plásticos à zona de embalagem:

- a) Caixas de cartão = duas paletes de caixas por turno
- b) Sacos plásticos = uma palete de sacos no início de cada semana.
 - Verificar no primeiro turno do 5º dia de trabalho se tem 15 lotes de sacos. Caso não tenha deve abastecer até perfazer os 15 lotes.
- c) Paletes de madeira = Assim que o stock atinja as 7 unidades (+/- 20 minutos) deve abastecer com um conjunto de 30 paletes